

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование штампа вырубного решетки рециркулятора эксиплексного антивирусного

УДК 615.849.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Манапова Марина Савировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОМ	Кувшинов К.А.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Результаты обучения
по направлению
15.03.01 Машиностроение
по специализации «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств»

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать

	и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 2 (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств)	
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Ефременков Е.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4A7B	Манаповой Марине Савировне

Тема работы:

Проектирование штампа вырубного решетки рециркулятора эксиплексного антивирусного

Утверждена приказом директора (дата, номер)

21.04.2021 №111-35/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2021

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Чертеж детали «решетка»;

Чертеж детали «крышка»

Программа изготовления: 14 000 шт/месяц.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Подбор материалов деталей штампов и рекомендуемой твердости и их термической обработки;</p> <p>Проектирование вырубного штампа;</p> <p>Схема вырубки;</p> <p>Разработка технологического процесса для изготовления детали;</p> <p>Подготовка графического материала и пояснительной записки.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Маланина Вероника Анатольевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина Мария Сергеевна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>16.12.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОМ	Кувшинов К.А.			16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Манапова Марина Савиловна		16.12.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: с., рис., табл, источника, приложений.

Ключевые слова: штамп для вырубки, холодная листовая штамповка, технология вырубного штампа.

Объектом исследования являются технологические возможности холодной листовой штамповки

Цель работы: разработка конструкции вырубного штампа для детали «решетка» рециркулятора эксиплексного антивирусного и исследование его технологических возможностей. В процессе проектирования детали и узлы рассматриваются с точки зрения их функциональности, технологичности и экономичности.

В процессе работы произведен литературный обзор, спроектирован вырубной штамп на деталь «решетка», разработан технологический маршрут детали «Крышка» с расчетом технологических размеров и подбором оборудования.

Данный штамп проектируется для детали рециркулятора «Экран 50.1», планируется использование в рамках производства АО НПЦ «Полюс».

Оглавление

Введение.....	9
1. Конструкторская часть	10
1.1. Общие сведения о производстве путем штамповки	10
1.2. Виды штампов	12
1.3. Обеспечение точности размеров в листовой штамповке	14
1.4. Конструктивные особенности штампа и детали	15
1.5. Состав и принцип работы	21
1.6. Выбор материалов	23
1.7. Раскрой листового материала	26
1.8. Определение штамповочного зазора.....	27
1.9. Расчет технологического усилия	30
1.10. Расчет резиновых буферных устройств	32
1.11. Выводы по разделу	33
2. Технологическая часть	34
2.1. Исходные данные	34
2.2. Анализ технологичности детали.....	36
2.3. Выбор вида и способа получения заготовки	39
2.4. Составление технологического маршрута.....	39
2.5. Расчет припусков на обработку размера $\varnothing 16H7 + 0.018$	56
2.6. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания	60
2.7. Выбор оборудования.....	63
2.8. Составление программы в G-кодах	64
2.9. Выводы по разделу	67
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	70
3.1. SWOT анализ	71
3.2. Структура работы в рамках научного исследования.....	73
3.3. Определение трудоёмкости выполнения работ	75
3.4. Разработка графика проведения научного исследования	76
3.5. Бюджет научно-технического исследования.....	80

3.5.1.	Основная заработанная плата исполнителей темы.....	80
3.5.2.	Дополнительная заработная плата	82
3.5.3.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	83
3.5.4.	Накладные расходы.....	84
3.5.5.	Расчет затрат на специальное оборудование.....	85
3.5.6.	Формирование бюджета затрат НИП.....	85
3.6.	Ресурсоэффективность.....	86
3.7.	Выводы по разделу	87
4.	Социальная ответственность	90
4.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
4.1.1.	Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	90
4.1.2.	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	92
4.2.	Производственная безопасность.....	93
4.3.	Экологическая безопасность.....	98
4.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	99
4.4.	Выводы по разделу	100
	Заключение	101
	Список литературы	102
	Приложения	105

Введение

Темой выпускной квалификационной работы является проектирование вырубного штампа решетки рециркулятора эксиплексного. Данная выпускная квалификационная работа состоит из четырех частей: конструкторской, технологической, финансового менеджмента и социальной ответственности.

Целью работы является разработка конструкции вырубного штампа для детали «решетка» рециркулятора эксиплексного антивирусного и исследование его технологических возможностей. В процессе проектирования детали и узлы рассматриваются с точки зрения их функциональности, технологичности и экономичности.

Теоретическая значимость работы представляет собой раскрытие специфических особенностей холодной листовой штамповки, разработку и адаптацию вырубного штампа для предстоящего использования.

Рассматриваемый в работе штамп является штампом для вырубных операций листовой штамповки.

Изготовленный и принятый в использование штамп в первую очередь должен обеспечивать необходимую геометрию детали в соответствии с технической документацией. Помимо этого, штамп должен обеспечивать безопасность работы, возможность работы, так же удовлетворять ряду специальных требований, оговариваемых техническими условиями.

1. Конструкторская часть

1.1. Общие сведения о производстве путем штамповки

Постоянное увеличение объемов производства, стремление к улучшению качества, увеличению производительности труда и сокращение сроков технологической подготовки производства приводят к необходимости применения высокоэффективных способов производства. Одним из таких способов является штамповка.

Штамповка металла — это пластическая деформация посредством давления, в процессе которого изменяется форма и размер материала. Формирование детали происходит в специальном устройстве, которое позволяет оказывать механическое воздействие на металл или пластик.

Для осуществления штамповки применяются различные механизмы: молоты, кривошипные и гидравлические прессы, горизонтально-ковочные машины, кузнечно-штамповочные автоматы. При крупносерийном производстве штамповка выполняется с использованием автоматов, автоматизированных линий и разнообразных манипулирующих устройств, которые позволяют намного повысить производительность труда. [2]

Штамповка может производиться из объемной заготовки, например, прутка, и из листового материала. Первая называется объемной штамповкой, вторая — листовой. В зависимости от толщины заготовки штамповку разделяют на тонколистовую (толщина листа меньше 4 мм) и толстолистовую, которую штампуют в горячем виде.

В зависимости от температурного режима штамповку делят на горячую и холодную.

Горячая объёмная штамповка — это вид обработки металлов давлением, при которой формообразование поковки из нагретой до ковочной температуры заготовки осуществляют с помощью специального инструмента — штампа. Течение металла ограничивается поверхностями полостей (а также выступов), изготовленных в отдельных частях штампа, так что в

конечный момент штамповки они образуют единую замкнутую полость по конфигурации изготавливаемой детали. [3]

Для каждого изделия требуется изготавливать отдельный штамп, поэтому применение горячей объемной штамповки является экономически целесообразным только при массовом и серийном производстве, где при применении этого способа обеспечиваются высокие производительность труда, экономия металла, точность размеров изделия и качество поверхности.

Объёмная холодная штамповка металла — разновидность обработки металлов давлением. Отличие её от обработки горячей штамповкой в том, что её выполняют при температуре сплава ниже точки рекристаллизации.

Для холодной листовой штамповки используются различные конструкционные заготовки в виде листа, ленты или полосы. Этот метод позволяет получать самые разные детали, начиная от тех, масса которых исчисляется долями грамма, заканчивая деталями массой в десятки килограммов. При холодной листовой штамповке чаще всего используется достаточно пластичные материалы: «пластичные легированные стали,» низкоуглеродистая сталь, «медь, латунь, алюминий и его сплавы,» титан, магниевые сплавы» и другие. Холодной листовой штамповкой получают широкий спектр металлоизделий для таких отраслей промышленности, включая тракторы, авто, самолеты и приборостроение, ракетостроение, электротехническая промышленность. [1]

Применение такого способа имеет ряд преимуществ, таких как:

- Минимальная шероховатость изделий;
- Высокая точность изготовления;
- Нет окисления металла;
- Расход материала сводится к минимуму;
- Снижается трудоемкость изготовления изделий;
- Увеличивается производительность труда.

В дальнейшем более подробно рассмотрим холодную листовую штамповку, т.к. деталь изготавливается этим способом.

1.2. Виды штампов

Листовая штамповка объединяет огромное количество различных операций. Все основные операции листовой штамповки делятся на разделительные и формообразующие. [1] К разделительным относятся:

- Отрезка – полное отделение части заготовки по незамкнутому контуру путем сдвига;
- Вырубка – полное отделение заготовки или изделия от исходной заготовки по замкнутому контуру путем сдвига;
- Пробивка – образование в заготовке отверстия или паза путем сдвига с удалением части металла в отход;
- Обрезка – удаление излишков металла путем сдвига;
- Разрезка – разделение заготовки на части по незамкнутому контуру путем сдвига;
- Надрезка – неполное отделение части заготовки путем сдвига

К формообразующим относятся:

- Гибка – образование или изменение углов между частями заготовки или придание ей криволинейной формы;
- Скручивание – поворот части заготовки вокруг продольной оси;
- Закатка – образование закругленных бортов на краях полой заготовки;
- Правка давлением – устранение искажений формы заготовки;
- Вытяжка – образование полой заготовки или изделия из плоской или полой исходной заготовки;
- Рельефная формовка – образование рельефа в листовой заготовке за счет местных растяжений без обусловленного изменения толщины металла;

- Отбортовка – образование борта по внутреннему или наружному контуру заготовки;
- Раздача – увеличение размеров поперечного сечения части поллой заготовки путем одновременного воздействия инструмента по всему периметру.

Все операции листовой штамповки осуществляются с помощью специального инструмента – штампа. При помощи штампа заготовка принимает форму и размеры, которые соответствуют рабочей поверхности или контуру рабочих элементов штампа. Штамп является инструментом, так как заготовка изменяет свою форму и размеры в результате силового воздействия на нее со стороны рабочих частей штампа при их непосредственном контакте. С точки зрения технологии штамп является приспособлением, так как адаптирует кривошипно-шатунный пресс, на который устанавливается штамп для выполнения любой операции листовой штамповки, ориентируя при этом деталь определенным образом в пространстве.

Штампы должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) точность и качество штампуемых деталей должны соответствовать чертежу и техническим условиям;
- 2) рабочие части штампа должны обладать достаточной прочностью, эксплуатационной стойкостью и возможностью легкой и быстрой замены изношенных деталей;
- 3) штамп должен обеспечивать требуемую производительность, удобство обслуживания, безопасность работы и надежность закрепления его на прессе;
- 4) в конструкции штампа в основном должны быть использованы стандартные и нормализованные детали; количество специальных деталей должно быть минимальным;
- 5) отходы при штамповке должны быть минимальными. [7]

Рассмотрим подробнее штампы для вырубки деталей, т.к. именно такой будем разрабатывать в данной работе.

Качество получаемых деталей при вырубке определяется размерной точностью наружных и внутренних контуров, качеством поверхности среза, размером торцового заусенца, величиной утяжин вблизи поверхности среза, а также искажениями заготовки вследствие изгиба (нарушение плоскости исходной плоской заготовки). [3]

Вырубку совершают пуансоном и матрицей. Качество полученных деталей зависит от ряда факторов, основными из которых являются:

- размер перемычек между смежными поверхностями среза и края исходной заготовки;
- величина зазора между режущими кромками и его равномерность по периметру поверхности раздела;
- твердость режущего инструмента и степень остроты режущих кромок.

1.3. Обеспечение точности размеров в листовой штамповке

При листовой штамповке геометрические параметры деталей в основном получают методом копирования формы и размеров рабочих частей штампа. В основе методики технологического обеспечения формообразования и точности размеров находятся физико-механические и тепловые процессы. [3]

В процессе работы под действием технологической силы во всех элементах технологической системы пресс-штамп-заготовка возникают деформации, которые в зависимости от конкретных условий процесса штамповки могут оказывать большее или меньшее влияние на размеры изделия. Основные причины отклонений размеров:

- упругие деформации детали, обусловленные разгрузкой от нормальных сил и изгибающих моментов; пластические

деформации детали, обусловленные разгрузкой детали и инструмента; температурное изменение размеров инструмента;

- температурное изменение механических свойств штампуемого материала; износ инструмента; неточность изготовления элементов и сборки штампа;
- неточность прессы;
- неточность установки штампа на пресс;
- неточность установки заготовки на штамп;
- упругие деформации элементов технологической системы пресс-штамп-заготовка;
- взаимовлияние разгрузки пересекающихся элементов конструкции детали;
- условия выполнения процесса штамповки;
- случайные причины.

Вызываемые этими причинами деформации могут быть представлены в виде математической модели, пригодной для расчета размеров и отклонения размеров детали от размеров инструмента. Возможность предварительного определения отклонения размеров детали от размеров инструмента позволяет решить важнейшие практические задачи: повышение точности размеров при изготовлении деталей за счет исключения влияния систематических погрешностей; повышение износостойкости рабочих элементов пуансонов и матриц при отсутствии повышенных требований к точности за счет исключения систематических погрешностей. [3]

1.4. Конструктивные особенности штампа и детали

Штампы можно разделить по трем признакам: технологическому, конструктивному и эксплуатационному. По технологическому признаку штампы могут быть сведены в следующие группы: простого, совмещенного и последовательного действия. По технологическому признаку штампы

листовой штамповки делятся на штампы простого, совмещенного и последовательного действия. [1]

Основные технологические параметры приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные технологические параметры штампов.

Штампы	Параметры		
	Число различных операций	Число шагов подачи	Число ходов ползуна-пресса
Простые	1	1	1
Совмещенные	≥ 2	1	1
Последовательные	≥ 2	≥ 2	≥ 2

Штампы простого действия (рис. 1) производят одну штамповочную операцию за один ход ползуна пресса в пределах одного шага подачи.

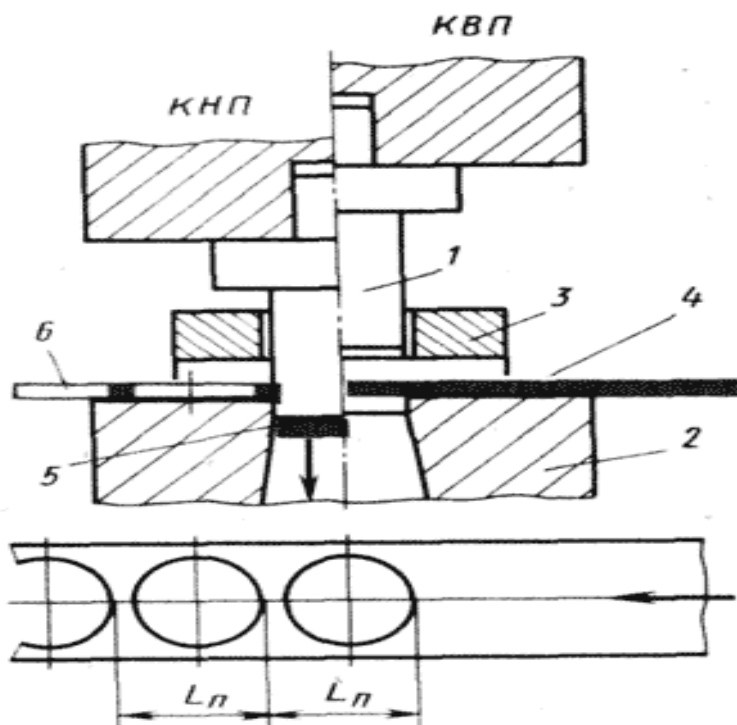


Рис. 1. Технологическая схема штампа простого действия: 1 – пуансон; 2- матрица; 3 – съемник; 4 – заготовка; 5 – деталь; 6 – отход.

Штампы этого типа отличаются простотой конструкции и дешевой изготовлением. Производительность простых штампов находится в прямой зависимости от вида подачи материала или полуфабриката. На многопозиционных прессах, как правило, используют простые штампы. Штампы совмещенного действия (рис. 2) выполняют одновременно несколько различных операций (две, три, реже — четыре).

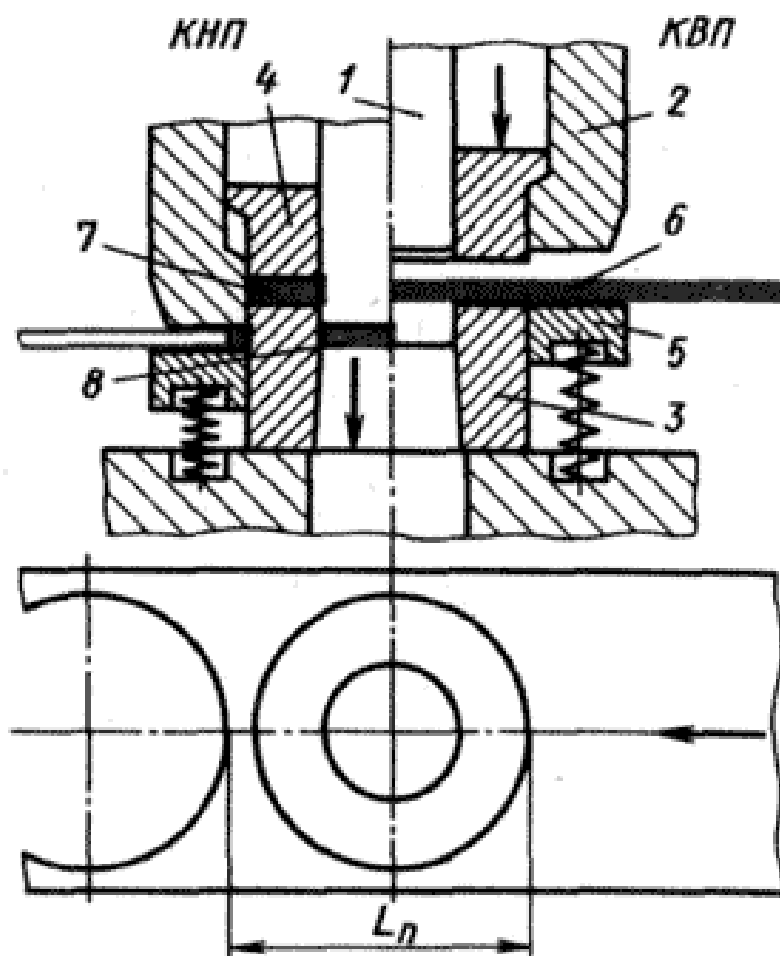


Рис. 2. Технологическая схема штампа совмещенного действия: 1 — пуансон пробивной; 2 — матрица вырубная; 3 — пуансон вырубной — матрица пробивная; 4 — выталкиватель; 5 — съемник; 6 — заготовка; 7 — деталь (шайба); 8 — отход.

Вся работа осуществляется за один ход ползуна пресса и в пределах одного шага подачи. Совмещенные штампы сложнее простых и требуют более высокой квалификации при изготовлении. Сложность штампа

полностью оправдывается производительностью, точностью и плоскостностью штампованных деталей. Эти штампы обязательно имеют специфичную только для них деталь, выполняющую одновременно функции и матрицы и пуансона (деталь двойного назначения — пуансон-матрица). При малом расстоянии между деформирующими частями детали двойного назначения прочность ее понижается.

Штампы последовательного действия (рис. 3) выполняют несколько различных операций последовательно (встречаются штампы, выполняющие 10—15 операций).

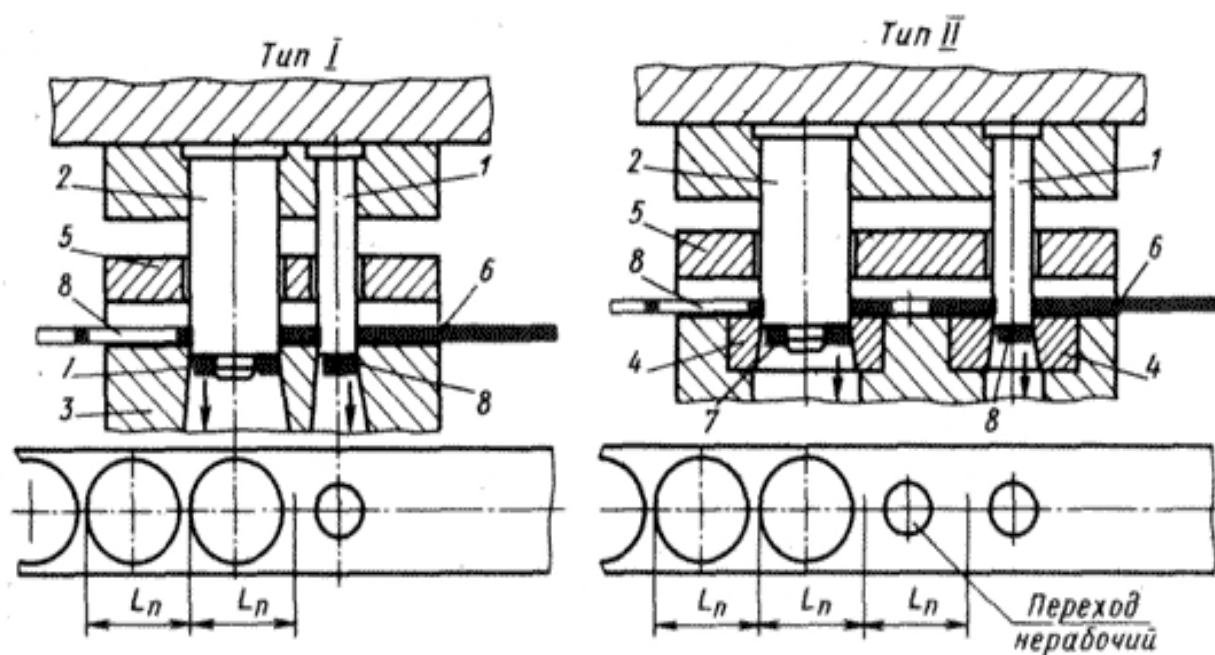


Рис. 3. Технологическая схема штампа последовательного действия: тип I — с цельной матрицей, тип II — со вставными матрицами и нерабочим переходом; 1 — пуансон пробивной; 2 — пуансон вырубной; 3 — матрица цельная; 4 — матрицы вставные; 5 — съемник; 6 — заготовка; 7 — деталь (шайба); 8 — отход.

Работа штампа осуществляется за несколько ходов ползуна прессы и за несколько шагов подачи, при этом число шагов подачи равно (рис. 3, тип I) или больше числа выполняемых операций (рис. 3, тип II). В последнем случае за счет нерабочего перехода расстояние между деформирующими

частями матрицы увеличивается, что повышает ее прочность и делает возможным вместо одной, цельной, матрицы применить матрицу, изготовленную из нескольких вставок, смонтированных в общем матрицедержателе. [9]

Трудоемкость изготовления последовательных штампов соизмерима с трудоемкостью совмещенных, предназначенных для штамповки одной и той же детали (при одном и том же числе операций). В этом случае производительности штампов одинаковы, но габаритные размеры совмещенного меньше, чем последовательного. Точность совпадения контуров детали, штампуемой на нескольких простых штампах, наименьшая, лучшая — на последовательном и отличная — на совмещенном.

Плоскостность детали обеспечивается совмещенным штампом, а большая сложность получаемого изделия — последовательным. Последовательные штампы, по существу, являются сочетанием простых штампов, соединенных между собой верхней и нижней плитами, и имеют специфичную деталь — временный (установочный) упор. Кроме того, в них должны быть ловители. Применяются также штампы, сочетающие различные виды других штампов (простых (рис. 4); простого и совмещенного; простого и последовательного; совмещенного и последовательного; простого, совмещенного и последовательного), зеркала матриц и торцы пуансонов которых не лежат в параллельных плоскостях, а направления движения пуансонов, находящихся в одной плоскости, пересекаются. [9]

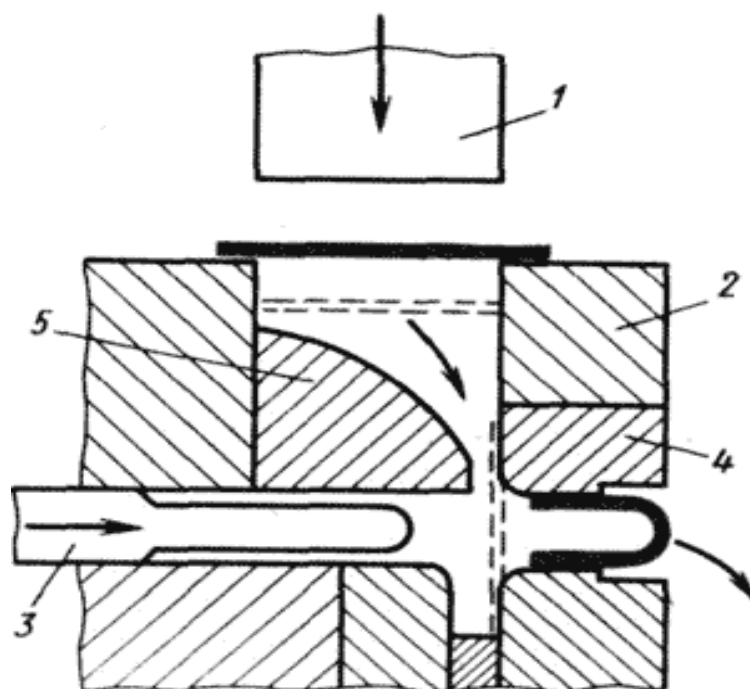


Рис. 4. Технологическая схема штампа, сочетающего два перехода – вырубку и гибку: 1 – пуансон вырубной; 2 – матрица вырубная; 3 – пуансон гибочный; 4 – матрица гибочная; 5 – отражатель.

Такие штампы позволяют штамповать сложнейшие в плоскости и в пространстве детали, повышают производительность штамповки, обеспечивают высокую точность штампованных деталей, и при обоснованном применении их высокая стоимость полностью окупается.

По назначению все штампы могут быть сведены в следующие неравнозначные по количеству группы: специальные, специализированные, универсальные. Подавляющее число штампов изготавливают для конкретной детали, операции, перехода, в этом смысле они и называются специальными или специализированными. При единичном и мелкосерийном производствах в целях снижения удельной стоимости штампа применяют универсальные штампы, на которых путем переналадки или замены отдельных частей можно штамповать детали различных наименований, форм и размеров. [5]

Конструкцию штампа выбирают соответственно типу производства, в котором он будет использоваться, мелкосерийном, крупносерийном или массовом.

Части штампов соответственно их назначению можно разделить на следующие основные группы:

- рабочие – образующие форму детали (пуансоны, матрицы и их секции); корпусные – связывающие детали штампа между собой и с прессом (нижняя и верхняя плиты, хвостовики);
- направляющие – для направления движения верхней части штампа по отношению к нижней во время работы (колонки, втулки);
- подающие – для подачи материала или заготовок на позицию штамповки; установочно-фиксирующие – создающие правильное положение материала или заготовки в штампе и удерживающие их во время выполнения операции;
- съемно-удаляющие – снимающие и удаляющие заготовки и отходы штамповки после выполнения операции (съемники, выталкиватели); крепежные – для соединения и скрепления отдельных частей или деталей штампа (пуансонодержатели, держатели и обоймы матриц, все крепежные детали).

1.5. Состав и принцип работы

Деталь для листовой штамповки: Решетка

Материал: АМцМ.1. ГОСТ

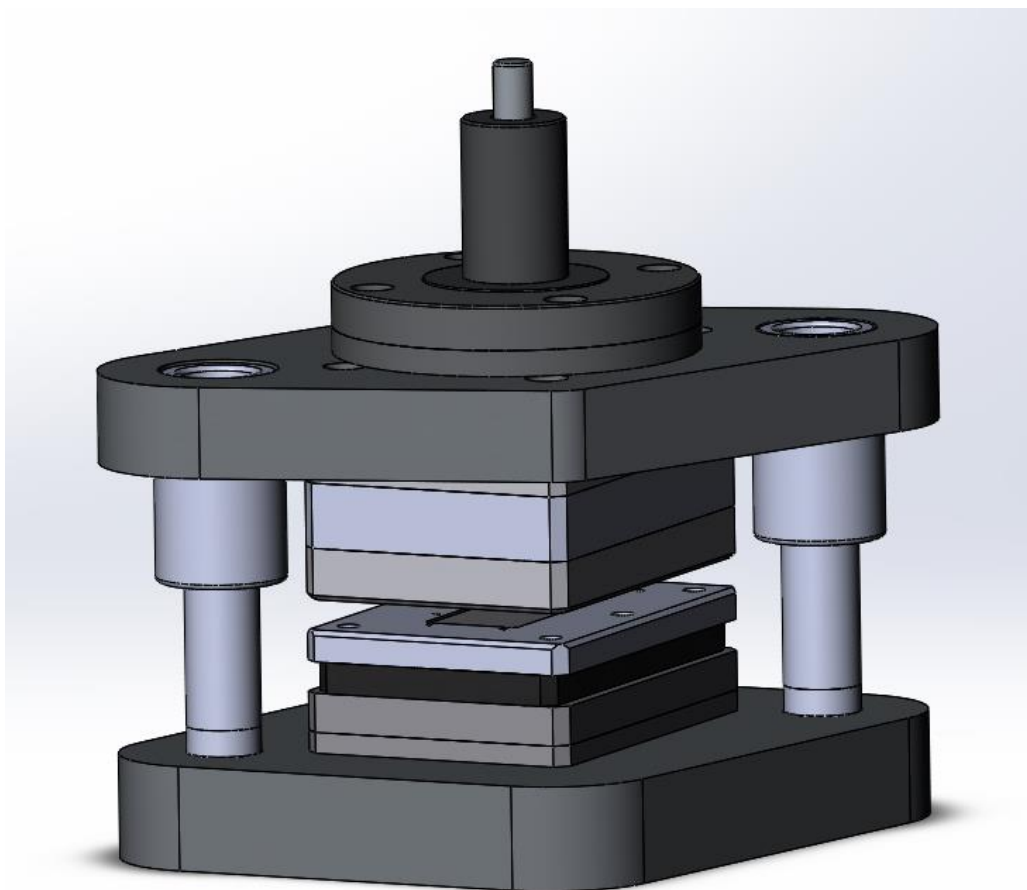


Рис.5. Штамп вырубной

Основой штампа является несущий блок, состоящий из нижней (01) и верхней (25) плит; направляющих элементов: колонок (02-03), втулок (23-24) и хвостовика (21).

К блоку монтируют рабочие и вспомогательные детали. Рабочими деталями являются матрица (06), обсечка (13) и сбрасыватель (05).

С помощью вспомогательных деталей осуществляется крепление и фиксация рабочих частей штампа, направление и съем отходов.

Штамповка начинается с подачи заготовки (ленты) оператором в зазор между верхней и нижней частями штампа. На съемник (12) кладется заготовка, боковые кромки устанавливаются по упорам, которые впоследствии определяют шаг вырубленных деталей в ленте.

Хвостовик (21), прикрученный к верхней части штампа посредством фланца (18), закрепляется в ползуне прессы и во время рабочего хода

обеспечивает движение верхнего блока. Верхний блок при работе смыкается с нижним блоком, закрепленным в неподвижной станине прессы. Направляющие колонки и втулки обеспечивают совпадение режущих кромок.

При ударе прессы верхняя часть штампа опускается, толкатель (20) давит на планку толкачей (17), она на 6 расположенных ниже толкачей, завершается это давлением на сбрасыватель. Эта часть прижимает заготовку до упора, обсечка (13) прорубает металл.

1.6. Выбор материалов

От правильной подборки материала для каждого вида деталей и подходящего режима термической обработки зависит прочность, работоспособность и сохранение рабочих частей штампов. К материалу, из которого изготавливают рабочий инструмент предъявляют повышенные требования. Он должен выдерживать высокие удельные усилия и обладать высокой ударной вязкостью, иметь высокую износостойкость и сохранять острыми режущие кромки как можно дольше. [2]

Для изготовления штампа для холодной штамповки из листового материала необходимо, чтобы сталь, идущая на изготовление пуансонов и матриц, обладала следующими эксплуатационными и технологическими свойствами.

Эксплуатационными свойствами являются:

- высокая прочность, так как в процессе работы штамп испытывает большие усилия и ударные нагрузки;
- высокая твердость, потому что процесс резания можно выполнить лишь при условии, что твердость материала пуансона и матрицы штампа значительно больше твердости штампуемого материала;
- износостойкость, так как долговечность работы штампа зависит от степени износа его режущих кромок;

- высокая вязкость, чтобы вследствие частых и сильных ударов режущие кромки не выкрашивались;

К технологическим свойствам относятся:

- хорошая обрабатываемость резанием и давлением (в холодном и горячем состоянии);
- хорошая закаливаемость, т.е. возможность получить высокую твердость и равномерную мелкокристаллическую структуру;
- малая чувствительность к перегреву, т.е. возможность закалки с нагревом до высоких температур;
- малая деформация деталей при термической обработке;

Также на выбор материала оказывают влияние такие факторы как масштаб производства, размеры и форма деталей, механические свойства листового материала, характер операции.

Обычно используются материалы нескольких типов:

- 1) Углеродистые инструментальные стали: У8А, У10А. Таким сталям присуща невысокая прокаливаемость; их обычно используют для пуансонов и матриц простых конфигураций.
- 2) Легированные инструментальные стали: 9ХС, ХВГ, ШХ9, ШХ12, ШХ15. Эти стали отличаются повышенной прокаливаемостью. После их термообработки они не изменяют геометрических размеров, т.е. не требуют дополнительной обработки.
- 3) Стали карбидного класса высокой прокаливаемости: Х12, Х12М и т.д. Такие стали обладают повышенной износостойкостью.

Для изготовления матрицы была выбрана сталь Х12М. Закалка должна быть проведена в масле, для снятия остаточных напряжений проведен низкий отпуск. В таблице 2 приведены материалы для изготовления деталей штампа ИШНПТ-8Л71258 и необходимая твердость.

Таблица 2. Материалы для изготовления деталей штампа.

Деталь	Марка материала	Твердость
Плита нижняя	Ст 3 ГОСТ 380-2005	190..239 HB
Колонка направляющая	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	58..62 HRC
Прокладка нижняя	Сталь У8А ГОСТ 1435-99	40..45 HRC
Сбрасыватель	Сталь 45 ГОСТ 1050-2013	40..45 HRC
Матрица	Сталь Х12М ГОСТ 5950-2000	55..60 HRC
Замок	Ст 3 ГОСТ 380-2005	190..239 HB
Упор	Сталь У8А ГОСТ 1435-99	45..50 HRC
Держатель матрицы	Сталь 45 ГОСТ 1050-2005	191..209 HB
Буфер	Пластина 11-12 ТУ 38 105867—90	
Съемник	Сталь 45 ГОСТ 1050-2005	191..209 HB
Обсечка	Сталь Х12М ГОСТ 5950-2000	55..60 HRC
Толкач	Сталь Х12М ГОСТ 5950-2000	55..60 HRC
Прокладка верхняя	Сталь У8А ГОСТ 1435-99	45..50 HRC
Планка толкачей	Сталь У8А ГОСТ 1435-99	45..50 HRC
Фланец	Сталь 45 ГОСТ 1050-2013	191..209 HB
Толкатель	Ст 3 ГОСТ 380-2005	190..239 HB
Хвостовик	Сталь 45 ГОСТ 1050-2013	191..209 HB
Прокладка хвостовика	Сталь 45 ГОСТ 1050-2013	191..209 HB

Втулка направляющая	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	58..62 HRC
Плита верхняя	Ст 3 ГОСТ 380-2005	190..239 HB

1.7. Раскрой листового материала

Вблизи поверхности среза возникает зона пластических деформаций, имеющая определенную протяженность. Тогда можно принять, что давление, действующее на боковую поверхность пуансона будет одинаковым, если расстояние от поверхности среза до свободных поверхностей исходной заготовки будет больше ширины зоны пластической деформации.

Отсюда примем ширину перемычки не менее толщины металла ($K > s$). Перемычка создает равномерное давление, действующее на боковую поверхность пуансона. Помимо этого, на ширину перемычки влияют такие параметры как экономное использование материала и достаточная ее жесткость. При вырубке нескольких деталей из ленты металла увеличение перемычки влечет за собой увеличение расхода металла на изготовление заданного числа деталей.

Для упрощения оптимизации воспользуемся типовыми схемами, представленными на рис.6.

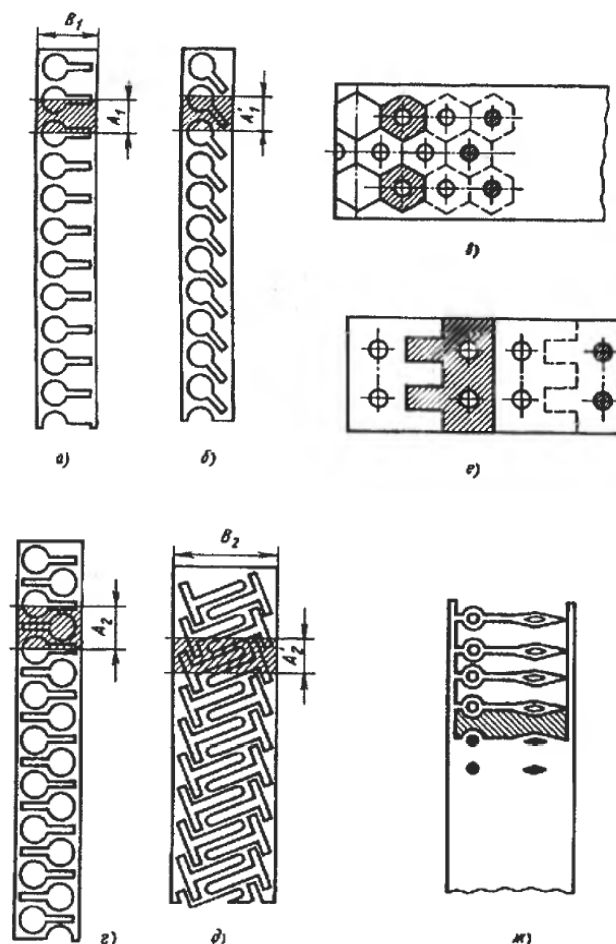


Рис.6. Типовые раскрои: а – прямой; б – наклонный; в – многорядный; г – встречный; д – встречный с наклоном; ж – с вырубкой перемычки

Для изготовления заданного штампа воспользуемся простой однорядной схемой раскроя, т.к. деталь имеет прямоугольный контур: данная схема дает экономию материала при разрезке материала на полосы, повышает производительность штамповки.

1.8. Определение штамповочного зазора

Любые разделительные операции завершаются разрушением металла в очаге деформации (рис. 7). Процесс пластической деформации, происходящий в начальных стадиях деформирования, является сопутствующим, обычно нежелательным, но неизбежным для пластичных материалов.

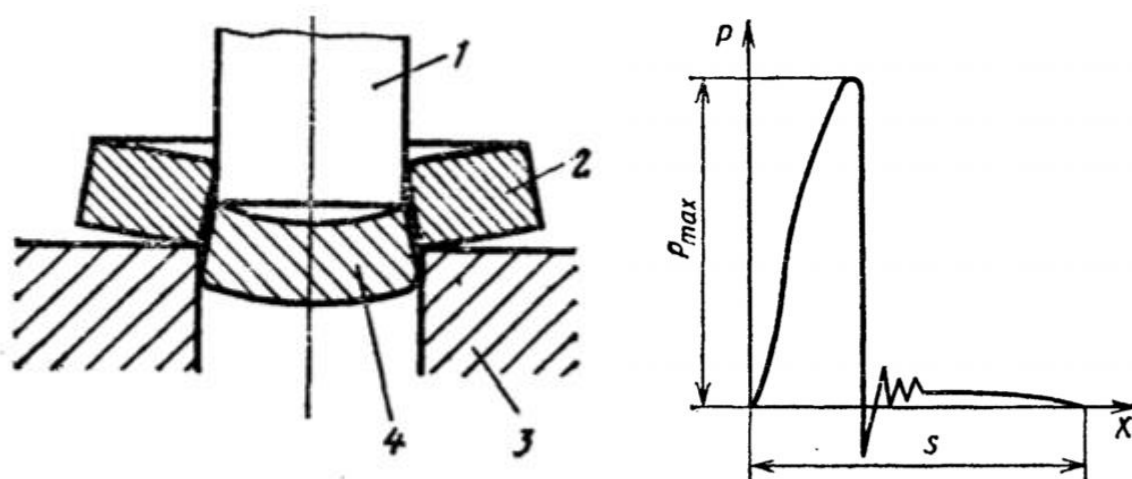


Рис. 7. Слева - схема завершения вырубки: 1 – пуансон; 2 – отход; 3 – матрица; 4 – вырубленная заготовка; справа – график изменения усилия деформирования при разделительных операциях.

Чтобы локализовать нежелательную пластическую деформацию вблизи поверхности раздела, кромки металлических пуансона и матрицы делают острыми, а зазор между пуансоном и матрицей - значительно меньшим толщины штампуемого материала. Тем не менее определенное пластическое деформирование происходит, в результате чего в начальной стадии операции осуществляется плавное возрастание усилия (рис. 7 - справа) от нуля до P_{max} , зависящего от толщины S штампуемого материала, длины (периметра) L линии разделения и временного сопротивления σ_v материала. Фактическое значение усилия может быть выше или ниже приведенного в зависимости от конкретных условий вырубки - пробивки. В практических расчетах технологическое усилие определяют на основании условной величины - сопротивления срезу $\sigma_{ср}$, учитывающего все виды сопротивления разделяемого металла, его упрочнение, параметры штампуемой детали, зазоры между матрицей и пуансоном и др. [11]

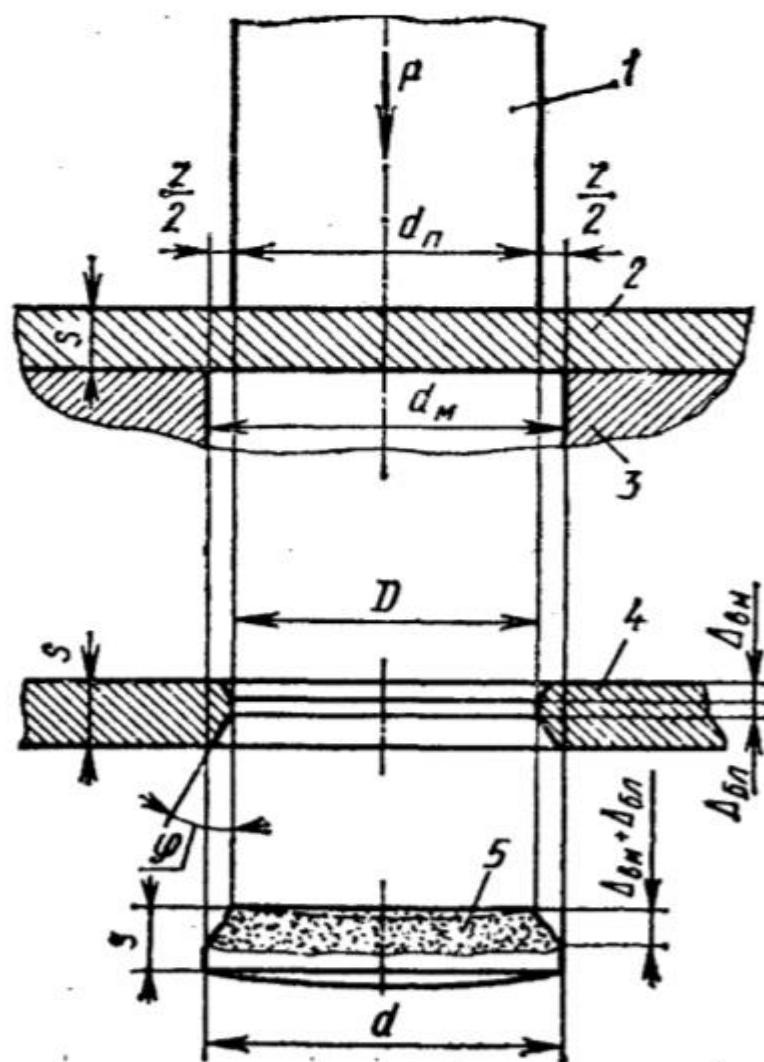


Рис. 8. Схема пробивки-вырубki и погрешности деталей после штамповки: 1 – пуансон; 2 – заготовка; 3 – матрица; 4 – заготовка с пробитым отверстием; 5 – вырубленная деталь ($\Delta_{\text{вм}}$ - глубина вмятины, образующейся в начальный момент пробивки-вырубki; $\Delta_{\text{бл}}$ - высота блестящего пояска; φ - угол скола)

Чем больше зазор z между матрицей и пуансоном, тем ниже фактическое технологическое усилие P и тем значительнее дефекты поверхности среза и наоборот.

Зазор z принимают исходя из минимального усилия при обеспечении хорошего качества поверхности среза и высокой стойкости пуансона и матрицы (нормальный зазор) или исходя из необходимости повышенного качества поверхности среза (уменьшенный зазор).

Как правило, зазор Z определяется в процентном соотношении от толщины штампуемого материала. Правильный подбор зазора гарантирует минимальный показатель деформации со стороны пуансона, так же минимальным будет количество заусенцев со стороны матрицы. В соответствии с этим, значительно увеличится срок использования пары матрица-пуансон.

Чтобы верно определить зазор между матрицей и пуансоном, необходимо знать толщину листового материала.

Для материала АМц.М.1 [4] примем $Z = 5\% \cdot S = 0,05$ (на обе стороны, за счет матрицы).

1.9. Расчет технологического усилия

Технологическое усилие P (Н) разделительных операций в штампах с металлическими рабочими деталями, у которых соответствующие режущие грани (ребра) пуансона и матрицы параллельны между собой, вычисляют по формуле:

$$P = LS\sigma_{\text{ср}}$$

где L – периметр контура вырубки, мм; s – толщина штампуемого материала, мм; $\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу, МПа.

Для практических расчетов примем значение $\sigma_{\text{ср}}$, рассчитанное по формуле, приведенной ниже [4]. Значение $\sigma_{\text{в}}$ взято из [гост листы алюминия]

$$\sigma_{\text{ср}} = (0,7 \div 0,86)\sigma_{\text{в}} = 0,8 * 90 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 72 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 617,8 \text{ МПа.}$$

Тогда $P = LS\sigma_{\text{ср}} = 293,31 * 1 * 617,8 = 181\,206,9 \text{ Н.}$

Для повышения качества вырубки применяют прижимные устройства. Усилие $P_{\text{прж}}$, которое должно обеспечить прижим, Н:

$$P_{\text{прж}} = Lsq_{\text{прж}} = 293,31 * 1 * 12 = 3\,519,7 \text{ Н,}$$

где $q_{\text{прж}}$ – удельное усилие, Н/мм². [1]

Все усилия действуют одновременно, тогда минимальное требуемое усилие прессы:

$$P_{\text{прессы}} = 1,25(P + P_{\text{прж}}) = 1,25(181\,206,9 + 3\,519,7) = 230\,908,25 \text{ Н}$$

Номинальное усилие прессы должно быть больше минимального. Тогда, принимая усилие равным 250 кН, выберем подходящий пресс.



Рис.9. Модель КД2124.

Пресс однокривошипный открытый простого действия ненаклоняемый модели КД2124. Выбор производился по номинальному усилию, размерам отверстия в ползуне под хвостовик, наибольшему расстоянию между столом и ползуном в нижнем положении при наибольшем ходе.

Занесем основные технические характеристики выбранного прессы в табл.3. [8]

Таблица 3. Технические характеристики КД2124.

Технические характеристики модели КД2124	
Номинальное усилие, тс	25
Расстояние оси ползуна от станины (вылет), мм	190
Глубина отверстия в ползуне под хвостовик, мм	60
Максимальный ход выталкивателя в ползуне, мм	30
Масса пресса, кг	2100

1.10. Расчет резиновых буферных устройств

Буферные устройства являются необходимым элементом большинства конструкций штампов. От правильности выполнения их расчета в значительной мере зависит надежность работы штампа. Резиновые буферные устройства применяют в штампах для разделительных и формоизменяющих операций, где они служат с целью обеспечения необходимого для прижима или выталкивания усилия.

Расчет резинового буферного устройства выполним в последовательности, представленной в [1].

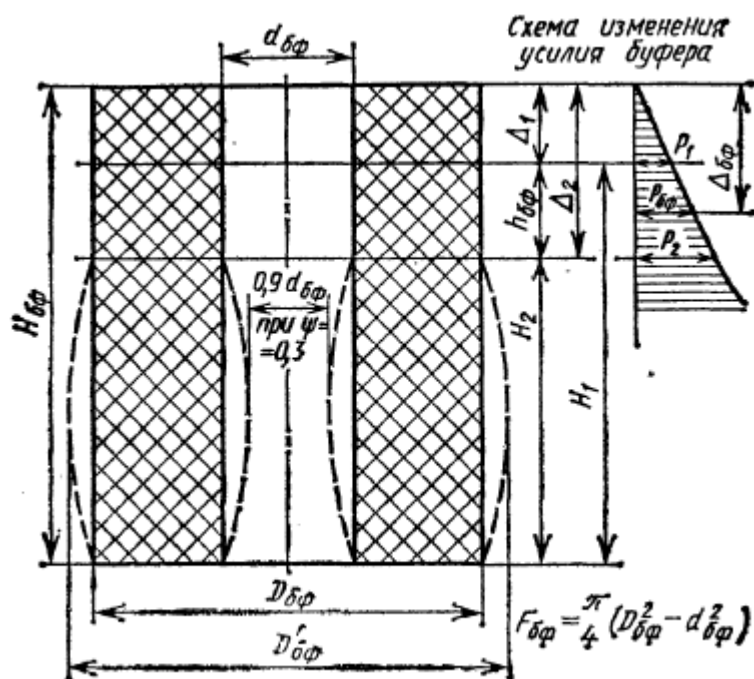


Рис. 10. Буфер штампа.

По заданным трем основным параметрам: усилиям в начале P_1 и в конце P_2 операции и требуемому рабочему ходу $h_{\text{бф}}$ буфера определяют величину Δ_1 требуемого предварительного сжатия буфера (рис. 7):

$$\Delta_1 = \frac{h_{\text{бф}}}{\frac{P_2}{P_1} - 1}$$

Требуемые усилия P_1 и P_2 определяют исходя из характеристики выполняемой операции. Вначале рассчитывают необходимое номинальное значение этого усилия, затем его допускаемые предельные значения - P_2 наибольшее и наименьшее P_1 . Принимаем наибольшее значение отношения $P_2:P_1$, тогда предварительное сжатие Δ_1 буфера будет минимальным.

Наибольшее допускаемое (полное) сжатие резинового буфера:

$$\Delta_2 = \psi H_{\text{бф}},$$

где $\psi = 0,3$ при относительном сжатии на 30%; $H_{\text{бф}}$ – высота буфера в свободном состоянии.

$$\text{Тогда высоту буфера принимаем } H_{\text{бф}} = \frac{\Delta_2}{\psi} = \frac{36}{0,3} = 12 \text{ мм}$$

1.11. Выводы по разделу

В результате выполненной работы в данном разделе был проведен литературный обзор, рассмотрены различные конструкции штампов, их особенности. Выбраны материалы для изготовления деталей штампа, выполнен раскрой листового материала, рассчитано технологическое усилие и выбран подходящий пресс. Спроектирована конструкция вырубного штампа для решетки, подготовлена техническая документация.

2. Технологическая часть

2.1. Исходные данные

Крышка – это элемент корпусов. Она служит для предотвращения попадания пыли и грязи внутрь корпуса. (рис.11)

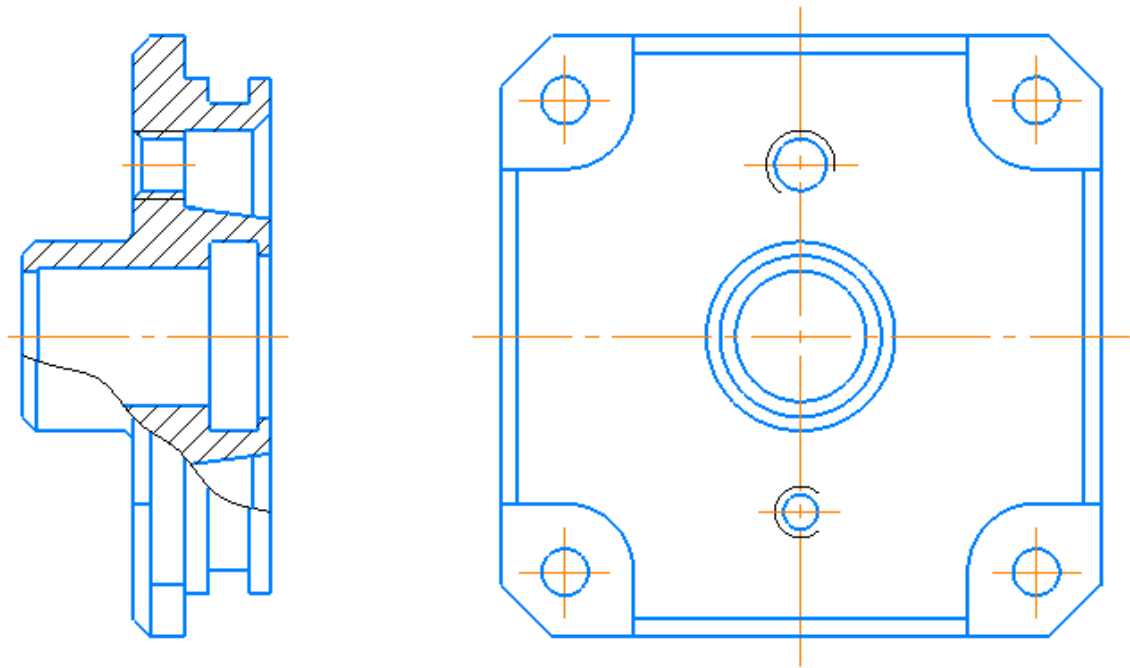


Рис. 11. Эскиз заданной детали

Материал детали – сплав алюминия марки Д16Т. Он является одним из самых востребованных дюралюминиевых сплавов в судостроительной, авиационной и космической промышленности. Прокат, изготавливаемый из такого сплава, обладает:

- Стабильной структурой;
- Высокими прочностными характеристиками;
- В 3 раза более легким весом, чем у стального проката;
- Повышенным сопротивлением микроскопической деформации в процессе эксплуатации;
- Хорошей механической станков станках на токарных и фрезеровочных станках, уступая лишь некоторым другим алюминиевым сплавам с пределом прочности $\sigma_b = 200$ МПа.

Химический состав и механические свойства материала представлены в таблицах 4 и 5 по ГОСТ 4784-97.

Таблица 4. Химический состав Д16Т в процентном содержании.

Fe	До 0,5
Si	До 0,5
Mn	0,3-0,9
Cr	До 0,1
Ti	До 0,15
Al	90,9-94,7
Cu	3,8-4,9
Mg	1,2-1,8
Zn	До 0,25
Примеси	Прочие, каждая 0,05; всего 0,15

Таблица 5. Механические свойства Д16Т.

	Д16Т
Металл. система	Al-Cu-Mg
σ_{02} , МПа	300
σ_B , МПа	440
σ , %	200
НВ	130
КСУ, кДж/м ²	250
K_{1C}	44
σ_{-1} , МПа	120

В связи с этим, изделие не требует дополнительной термообработки и позволяет избежать такой распространенной проблемы, как изменение размеров заготовок после закалки, которая характерна для сплава Д16.

На чертеже представлены все виды и разрезы, поясняющие конструкцию детали. Так же на чертеже имеются все размеры, необходимые для получения заготовки и обработки детали. Предельные отклонения соответствуют квалитетам и полям допусков ЕСКД.

Шероховатость поверхностей, допуски форм и расположения поверхностей указаны в соответствии с действующими стандартами.

2.2. Анализ технологичности детали

Технологичность конструкции изделия – это совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации.

В процессе анализа рассматриваются возможные трудности обеспечения различных параметров, таких как размеры, форма, шероховатость и расположение поверхностей. Необходимо обосновать требования точности, найти, если возможно, изменение каких-то составляющих, не меняя параметры качества, но существенно облегчающего технологию изготовления.

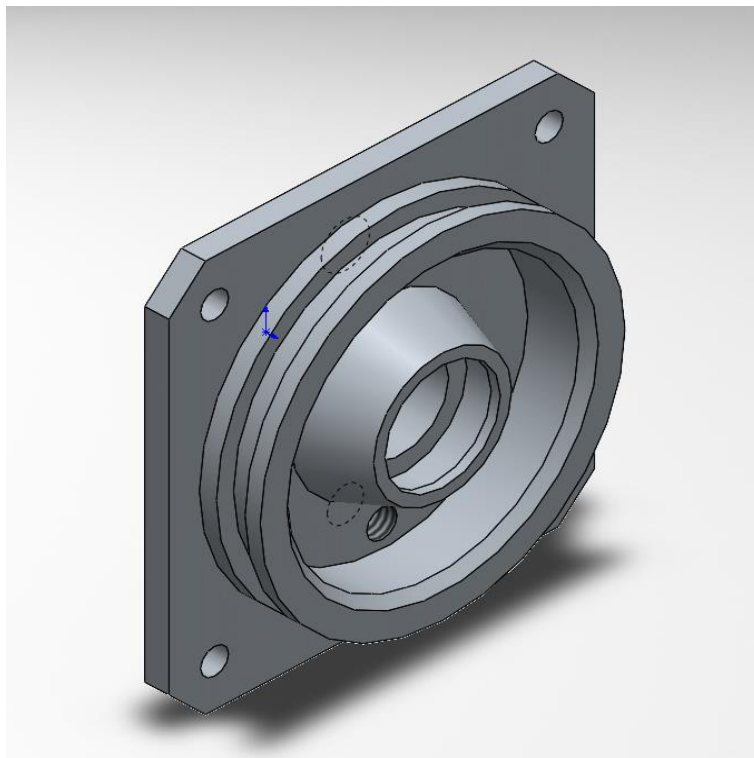


Рис. 12. Заданная деталь

Анализ технологичности проводится в два этапа: качественный и количественный анализ.

Проведя анализ технологичности конструкции детали, были выявлены следующие пункты:

- При конструировании используются простые геометрические формы, что позволяет применить высокопроизводительные методы производства
- Имеется удобная и надежная технологичная база в процессе обработки
- Конфигурация детали и материалы позволяют применять заготовки, сокращающие объем механической обработки (объемная штамповка и т.д.)
- Обеспечена достаточная жесткость детали
- Конфигурация детали позволяет использовать стандартные приспособления
- Требования к точности размеров и формы детали обоснованы
- Изготовление детали не требует особого оснащения, приспособления и инструментов.

Количественная оценка технологичности выполняется по ГОСТ 14.201-83. Занесем все данные в таблицы 6 и 7.

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{\text{ср}}}$$
$$IT_{\text{ср}} = \frac{\sum IT_i n_i}{\sum n_i}$$

где $IT_{\text{ср}}$ – средний квалитет точности обработки изделия,

IT_i – квалитет точности i -той поверхности,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Таблица 6. Расчет по коэффициенту точности.

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$T_i * n_i$
14	9	126
13	1	13
12	1	12
11	1	11
10	4	40
9	1	9
7	2	14
Σ	19	225

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i n_i}{\sum n_i} = \frac{225}{19} = 11,8$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} = 1 - \frac{1}{11,8} = 0,91$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i n_i}{\sum n_i}$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}}$$

где Ra_i – параметр шероховатости i -той поверхности, мкм,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости.

Таблица 7. Расчет по коэффициенту шероховатости.

Параметр шероховатости мкм	Количество поверхностей, n_i	$Ra_i * n_i$
3,2	13	41,6
1,6	5	8
0,8	2	1,6
Σ	20	51,2

Оба исследуемых коэффициента и по собственным значениям меньше единицы. Анализ полученных коэффициентов показывает, что деталь является технологичной.

2.3. Выбор вида и способа получения заготовки

Заготовка должна обеспечивать высокое качество изготавливаемой детали, при этом стоимость должна быть минимальной. Стоимость детали можно найти суммированием себестоимости заготовки и себестоимости последующей обработки. Выбор заготовки зависит от конфигурации детали, ее размеров, исходного материала.

На данный момент есть огромное множество способов получения заготовок. Для мелкосерийного производства характерно использовать недорогой полуфабрикат: круг, пруток, трубы и т.д. По чертежу можно сказать, что наиболее выгодный способ получения заготовки - пруток с поперечным сечением в виде круга.

В качестве заготовки принимаем дюралевый пруток:

Пруток Д16Т КР100х50 ГОСТ 21488-97

При организации более крупного производства можно использовать штамповку для уменьшения отходов (стружки).

2.4. Составление технологического маршрута

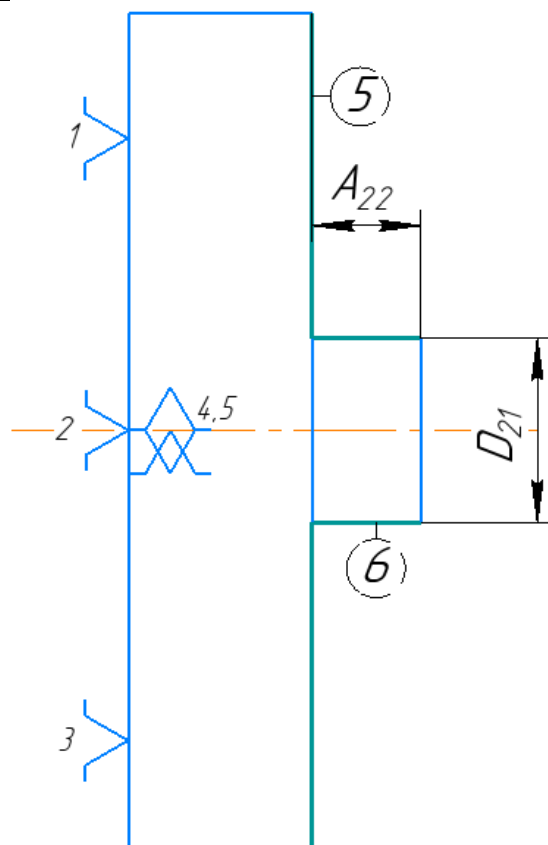
Технологический маршрут занесен в табл.8.

Таблица 8. Технологический маршрут детали «крышка».

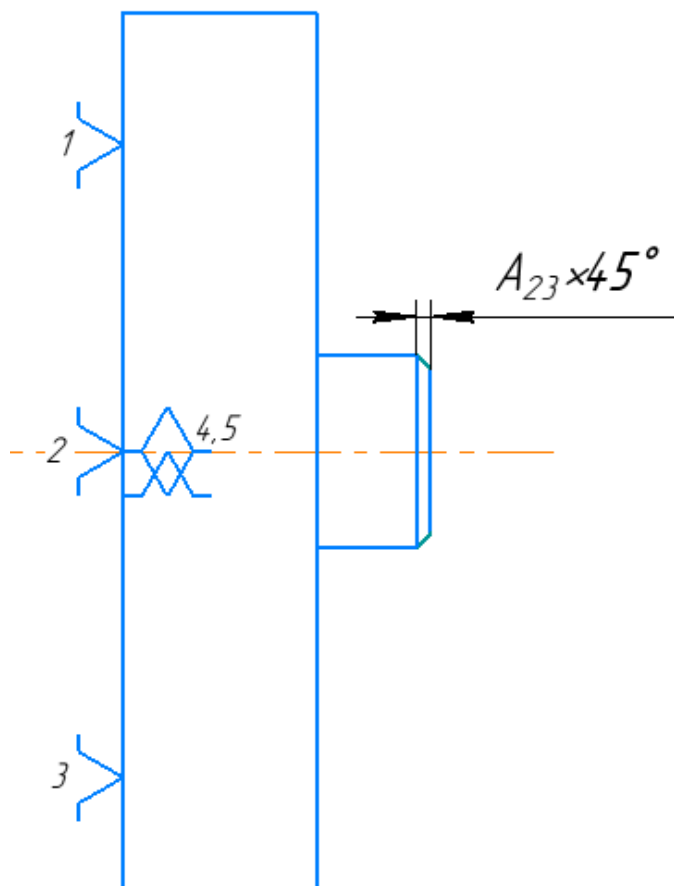
Операция	Содержание операции	Эскиз операционный
005	<p>Заготовительная</p> <p>1. Отрезать заготовку на ножовочном отрезном станке согласно чертежу.</p>	<p>The sketch shows a rectangular blank. On the left, a side view shows the blank with wavy lines indicating the cut. In the center, a top view shows the blank with a horizontal centerline and two small triangles indicating the cut. On the right, a dimension A_{01} is shown for the width of the blank.</p>
010	<p>Токарная черновая</p> <p>1. Точить наружную поверхность 1, выдерживая размер A_{11}.</p>	<p>The sketch shows a rectangular blank. On the left, a side view shows the blank with a horizontal centerline and two small triangles indicating the cut. In the center, a top view shows the blank with a horizontal centerline and two small triangles indicating the cut. On the right, a dimension A_{11} is shown for the width of the blank. A circled number 1 is also present on the right side of the blank.</p>

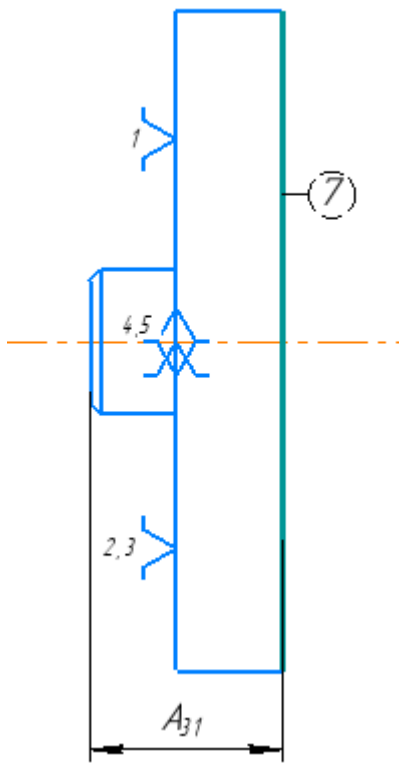
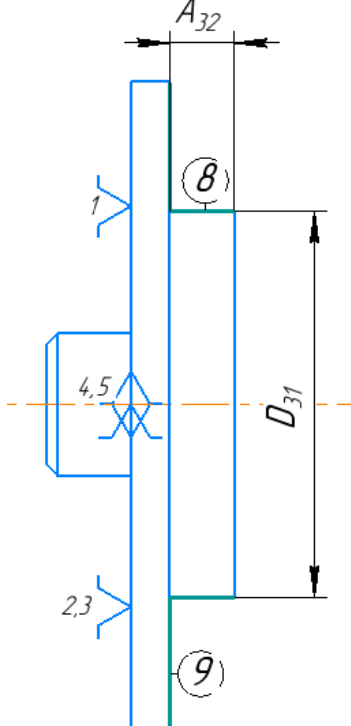
	<p>1.Точить наружную поверхность, выдерживая размеры A_{12} и D_{11}.</p>	
015	<p>Токарная чистовая</p> <p>1.Точить поверхность 4, выдерживая размер A_{21}.</p>	

2.Точить
наружную
поверхность,
выдерживая
размеры A_{22} и
 D_{21} .



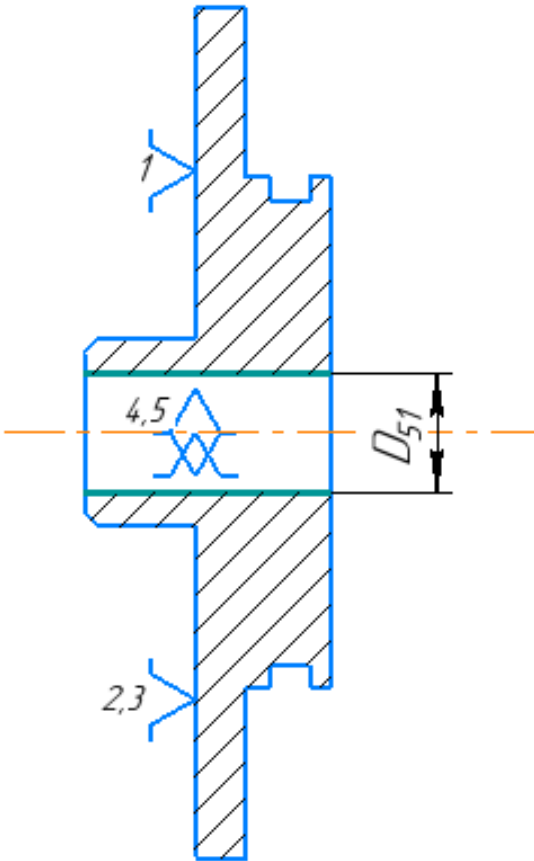
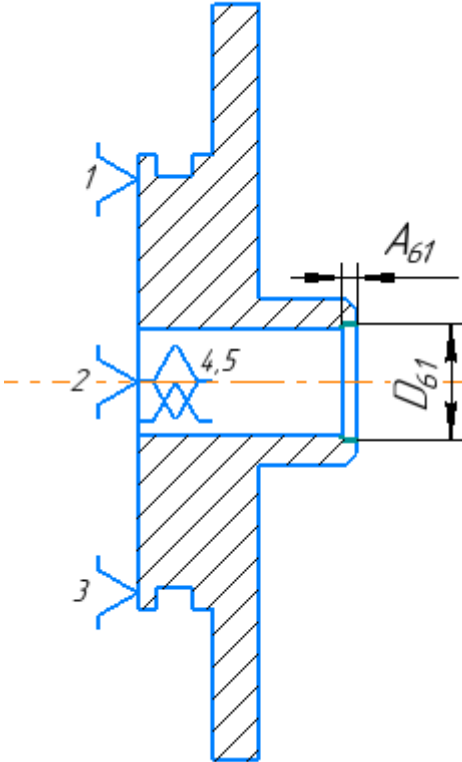
1.Точить
фаску,
выдерживая
 A_{23} .

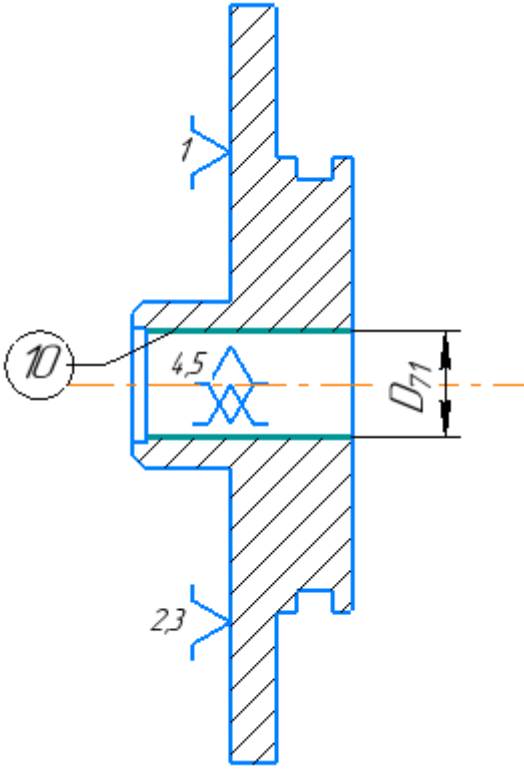
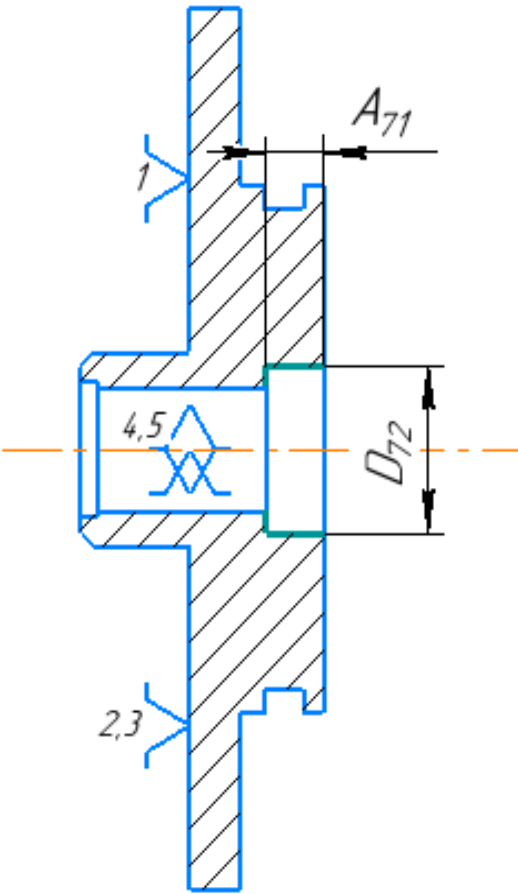


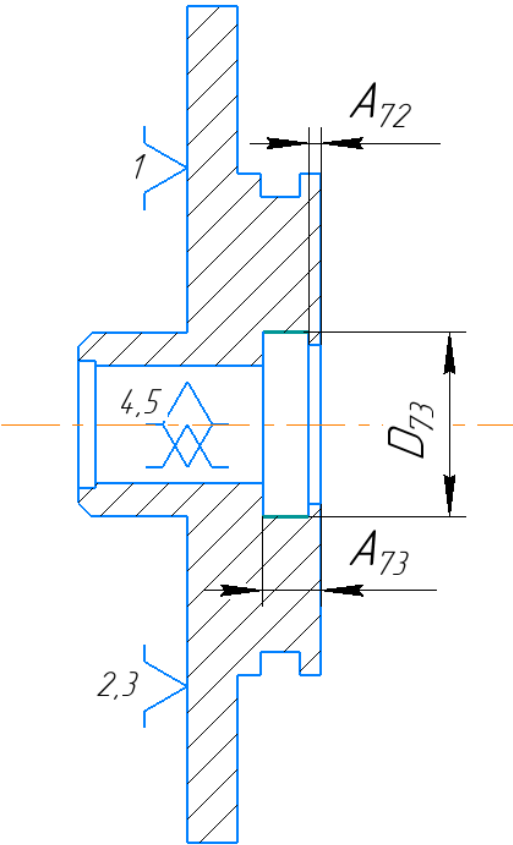
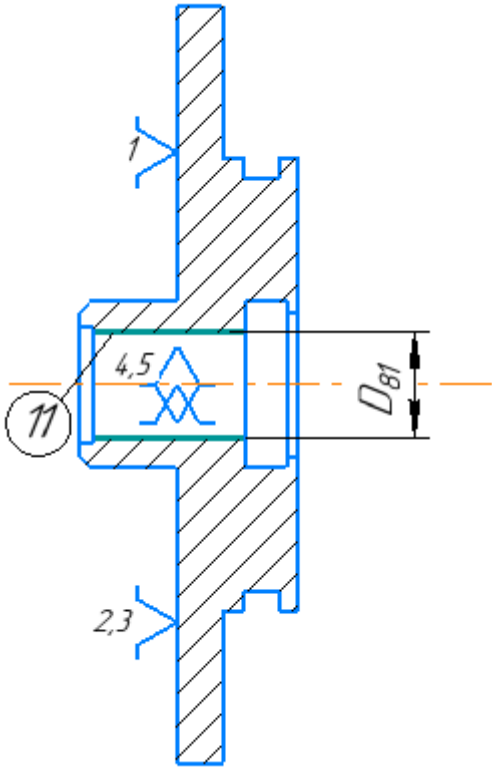
020	Токарная черновая	
	1.Точить наружную поверхность 7, выдерживая размер A_{31} .	
	2.Точить наружную поверхность, выдерживая размеры A_{32} и D_{31} .	

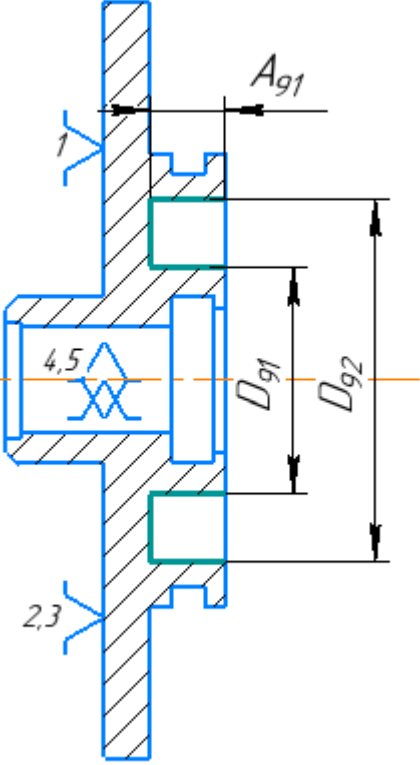
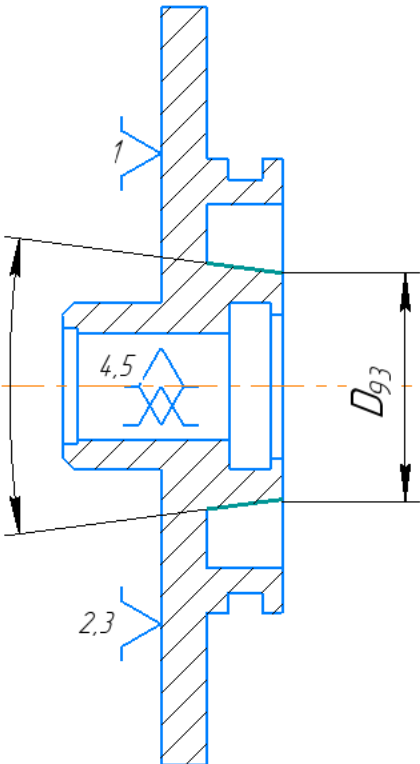
	<p>3.Точить канавку, выдерживая размеры A_{33}, A_{34} и D_{32}.</p>	
025	<p>Токарная чистовая</p> <p>1.Точить поверхность, выдерживая размеры A_{41} и D_{41}.</p>	

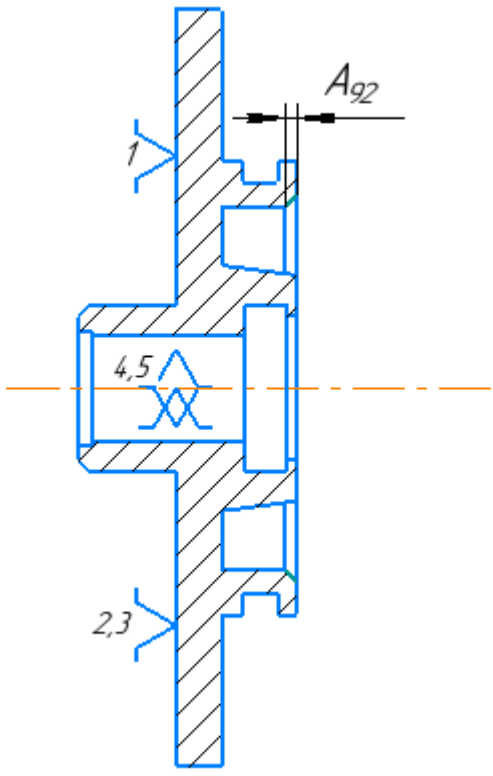
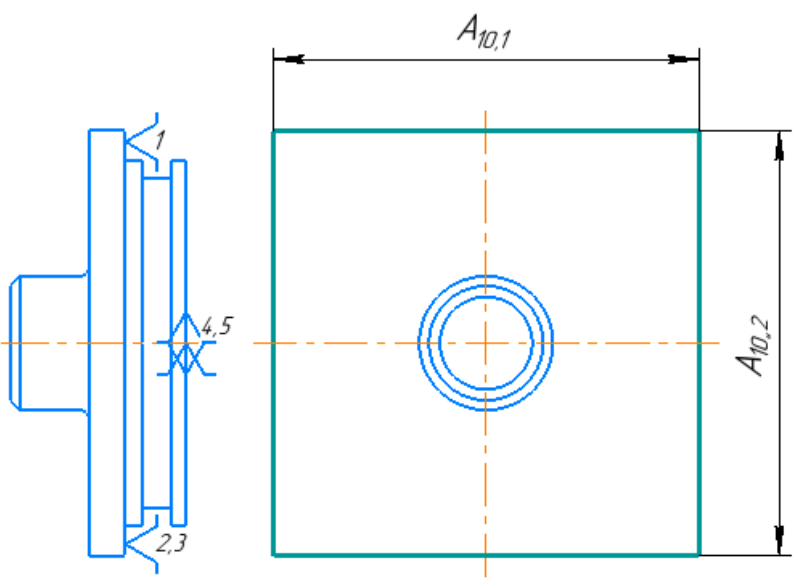
	<p>2.Точить канавку, выдерживая размеры A_{42} и D_{42}.</p>	
030	<p>Сверлильная черновая</p> <p>1.Сверлить центровое отверстие согласно чертежу.</p>	

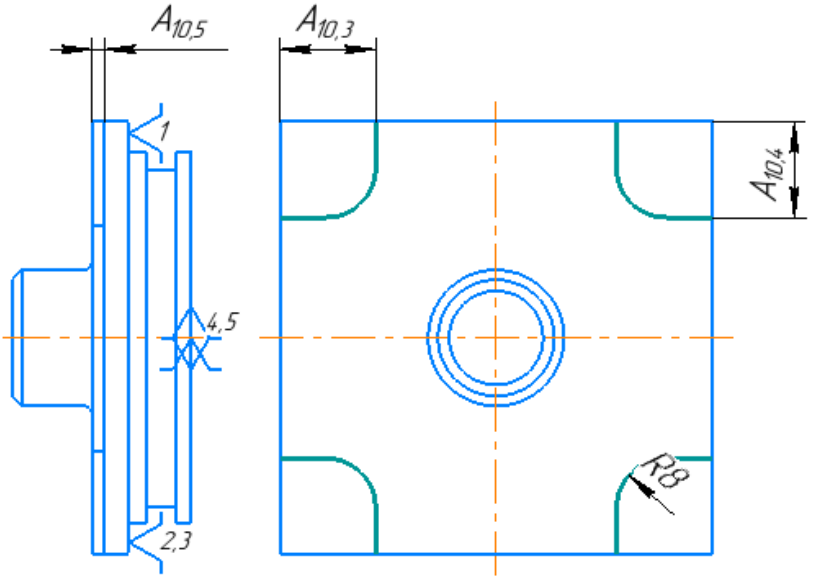
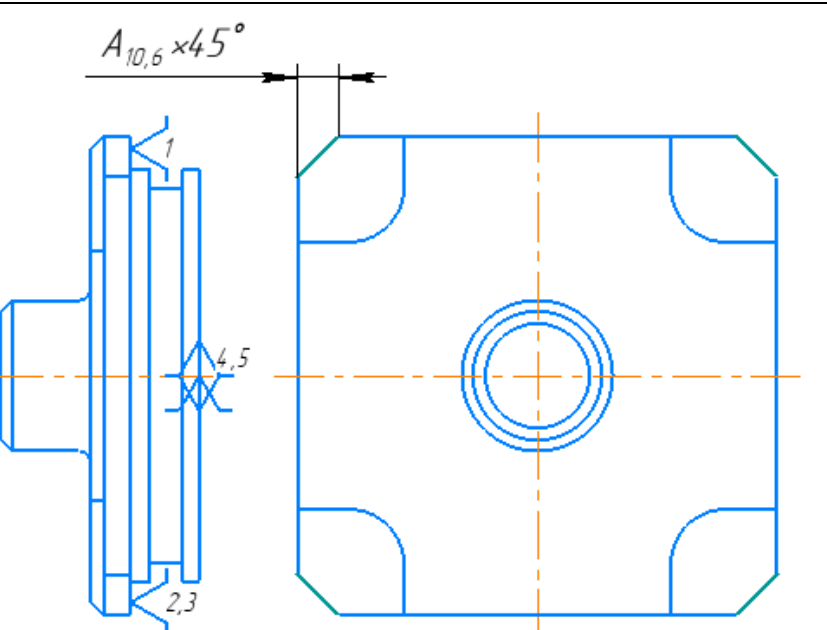
	2.Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер D_{51} .	
035	Токарная чистовая 1.Расточить отверстие, выдерживая размеры A_{61} и D_{61} .	

040	<p>Токарная чистовая</p> <p>1.Точить поверхность 10 согласно чертежу, выдерживая размер D_{71}.</p>	
	<p>2.Расточить отверстие, выдерживая размеры A_{71} и D_{72}.</p>	

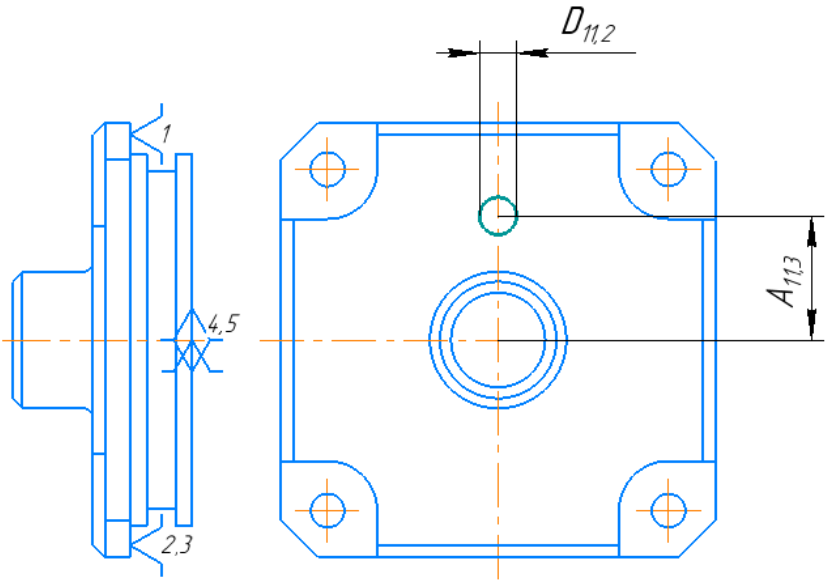
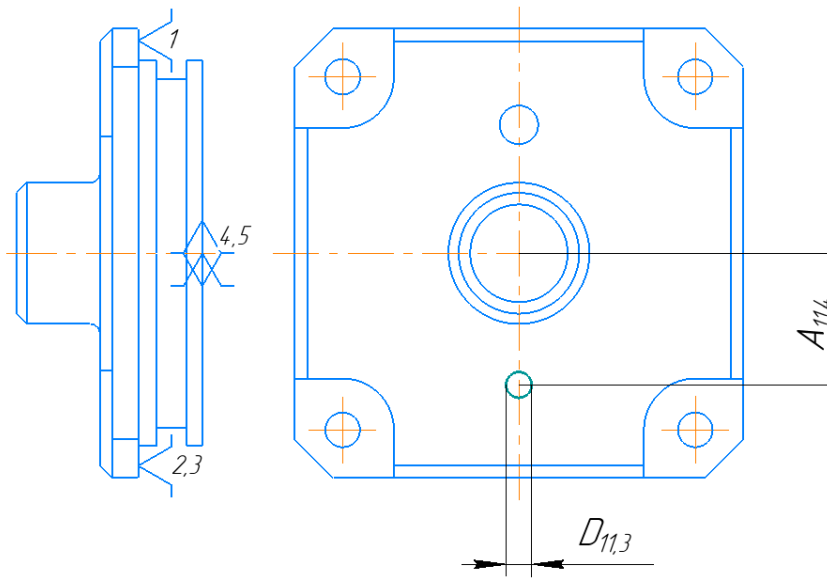
	<p>3.Точить канавку, выдерживая размеры A_{72}, A_{73} и D_{73}.</p>	
045	<p>Точение тонкое</p> <p>1.Точить поверхность 11, выдерживая размер D_{81}.</p>	

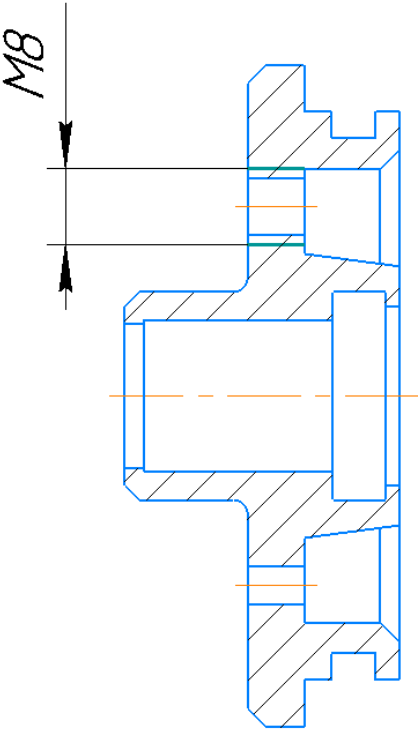
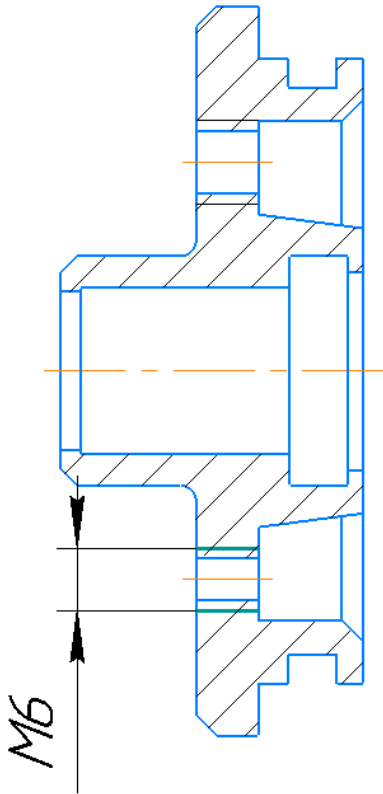
050	<p>Точение черновое</p> <p>1. Точить канавку, выдерживая размеры A_{g1}, D_{g1} и D_{g2}.</p>	
	<p>2. Точить коническую поверхность согласно чертежу, выдерживая угловой размер.</p>	

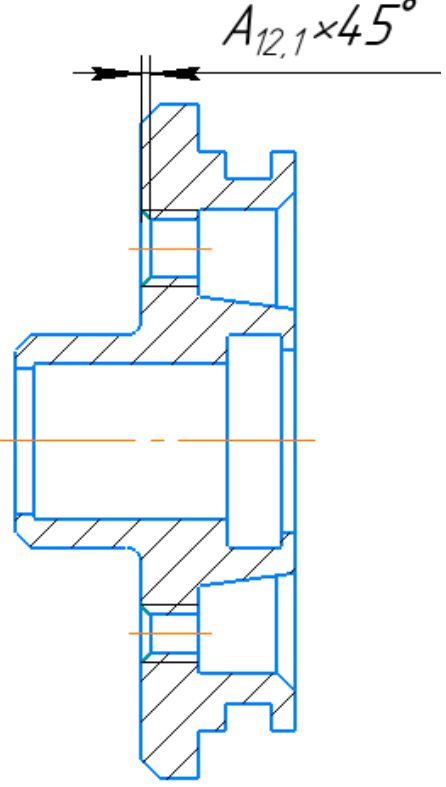
	<p>3.Точить фаску, выдерживая размер A_{92}.</p>	
055	<p>Фрезерная черновая</p> <p>1.Фрезеровать согласно чертежу, выдерживая размеры $A_{10.1}$ и $A_{10.2}$.</p>	

	<p>2.Фрезеровать лыски на глубину $A_{10.5}$, выдерживая размеры $A_{10.3}$ и $A_{10.4}$. Радиус скругления обеспечивается инструментом.</p>	
	<p>3.Снять 4 фаски, выдерживая размер $A_{10.6}$.</p>	

	4.Снять фаски, выдерживая размер $A_{10,7}$.	
060	Сверлильная	
	1.Сверлить 4 отверстия размером $D_{11,1}$, выдерживая размеры $A_{11,1}$ и $A_{11,2}$.	

	<p>2.Сверлить отверстие размером $D_{11.2}$ согласно чертежу.</p>	
	<p>3.Сверлить отверстие размером $D_{11.3}$ согласно чертежу.</p>	

065	Слесарная	
	1.Нарезать резьбу М8.	
	2.Нарезать резьбу М6.	

	<p>3.Снять фаски, выдерживая размер $A_{12.1}$.</p>	
	<p>4.Убрать заусенцы, острые кромки притупить.</p>	
<p>070</p>	<p>Контрольная</p>	

2.5. Расчет припусков на обработку размера $\varnothing 16H7(+0.018)$

Установление оптимальных припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к потерям материала, превращаемого в стружку, увеличению трудоемкости механической обработки, к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии, увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе. [12]

Назначение заниженных припусков не обеспечивает удаления дефектных слоев материала и достижения требуемой точности и качества обрабатываемых поверхностей, повышает требования к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, увеличивает опасность появления брака.

Величина припуска должна компенсировать все погрешности от предыдущей обработки заготовки и погрешности, связанные с выполнением рассматриваемой технологической операции.

Величины припусков на обработку могут быть установлены опытно-статистическим методом или определены с использованием расчетно-аналитического метода.

Опытно-статистический метод применяют для обычных деталей средней точности в условиях единичного и серийного производств. Данный метод ускоряет процесс проектирования технологического процесса обработки деталей, но он не учитывает конкретные условия обработки данных поверхностей, что приводит к завышению припусков на обработку.

Расчётно-аналитический метод определения припусков применяют в условиях крупносерийного и массового производства, а также в условиях единичного производства при обработке крупных и особенно ответственных деталей [13].

В соответствии с заданием, необходимо рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для диаметального размера 16H7(+0.018).

Все расчетные значения занесены в таблицу 9.

Таблица.9. Припуски на обработку.

Наименование перехода	Элементы припуска, мкм				Припуск, мм	Допуск, мкм	Размер, мм		Размер с допуском, мм
	R_z	T	ρ	ε_y			d_{min}	d_{max}	
Заготовка	00	0 0	400	-	-	1400	-	-	-
Сверление черновое (1)	0	6 0	42, 7	0	285,4	270	15,27	15,45	$\varnothing 15,27^{+0,18}$
Точение чистовое (2)	20	2 5	13, 6	0	58,6	43	15,97 2	16,01 5	$\varnothing 16^{+0,015}_{-0,028}$
Точение тонкое (3)	0, 8	-	0,1	0	1,6	18	16 8	16,01	$\varnothing 16^{+0,018}$

Последовательность переходов необходимых для получения поверхности:

1. Заготовка
2. Сверление черновое
3. Точение чистовое
4. Точение тонкое

Так как заготовка устанавливается в самоцентрирующийся трехкулачковый патрон погрешность установки для обработки диаметального размера принимаем равной нулю и не учитываем в расчетах.

$z_{imin} = (R_z + h)_{i-1} + \rho_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i$ – минимальный припуск на обработку, где R_z - высота неровностей профиля на предшествующем переходе; h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе; $\rho_{\Sigma i-1}$ - суммарные отклонения расположения поверхности; ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}$$

где ε_6 – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность приспособления.

Рассчитываем отклонение расположения. В данном случае оно имеет вид:

$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кр}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}$, где $\rho_{\text{кр}}$ – кривизна заготовок, мкм; $\rho_{\text{ц}}$ – погрешность зацентровки, мкм.

$\rho_{\text{кр}} = \Delta_{\text{к}} \cdot l_{\text{к}} = 0,5 \cdot 35 = 17,5$ мкм, где $\Delta_{\text{к}}$ – удельная кривизна заготовки; $l_{\text{к}}$ – длина заготовки

$\rho_{\text{ц}} = 0,25\sqrt{T^2 + 1} = 0,25\sqrt{1600^2 + 1} = 400$ мкм, где T – допуск на диаметральный размер базовой поверхности заготовки.

При сверлении отверстий в сплошном материале, независимо от класса детали и способа получения заготовки, суммарное значение пространственных отклонений определяется по формуле:

$\rho = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \cdot l_y)^2}$, где C_0 – смещение оси отверстия, мкм; Δ_y – удельное значение увода оси отверстия в процессе обработки; l_y – глубина отверстия, мм. Справочные данные взяты из [2, стр 34. Табл 2.28]

$$\rho = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \cdot l_y)^2} = \sqrt{20^2 + (1,3 \cdot 29)^2} = \sqrt{400 + 1\,421,29} = 42,7$$

Для последующих операций погрешность расположения определяется через коэффициент уточнения. $\rho_{\text{ост}} = K_y \cdot \rho$, где $\rho_{\text{ост}}$ – остаточная пространственная погрешность; ρ – пространственная погрешность, сформированная в ходе предшествующей обработки. Значения коэффициентов взяты из справочника [4].

Точение чистовое: $\rho_2 = K_y \cdot \rho \cdot (D - d) = 0,04 \cdot 42,7 \cdot (22 - 14) = 13,67$ мкм

Точение тонкое: $\rho_3 = 0,02 \cdot \rho = 0,1$ мкм

Величина межоперационного припуска для лезвийной обработки тел вращения определяется по формуле:

$2Z_{imin} = 2 \cdot \left(Rz_{i-z} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$, где Rz_{i-z} – высота неровностей профиля, полученная на предыдущем переходе, мкм; T_{i-1} – состояние и глубина поверхностного слоя, полученная на предыдущем переходе, мкм; ρ – значение пространственных отклонений, оставшихся после выполнения предыдущего перехода, мкм; ε – погрешность установки на выполняемом переходе, мкм.

Сверление:

$$2Z_{imin} = 2 \cdot (40 + 60 + 42,7) = 285,4 \text{ мкм}$$

Чистовое точение:

$$2Z_{imin} = 2 \cdot (20 + 25 + 13,6) = 58,6 \text{ мкм}$$

Тонкое точение:

$$2Z_{imin} = 2 \cdot (Rz_{i-z}) = 1,6 \text{ мкм}$$

На рис.. показана схема расположения припусков на обработку.

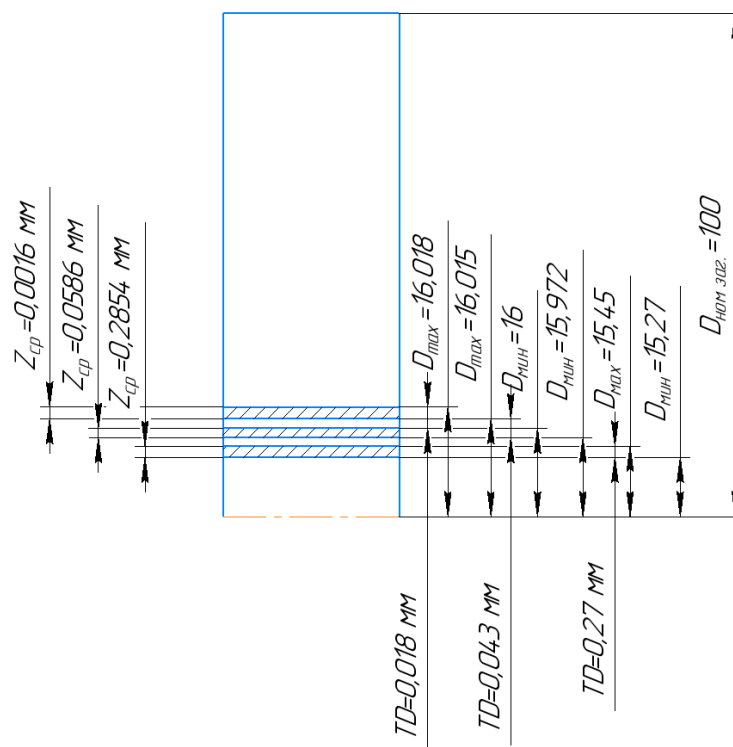


Рис.13. Схема расположения припусков на обработку.

2.6. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Расчет режимов резания — это технико-экономическая задача, т.к. режимы обработки влияют на технические и экономические показатели производства. Поэтому, расчет режима обработки имеет одно из первых мест по значимости в данной сфере. В расчетах внимание уделяется стойкости режущего инструмента, скорости резания, подаче и глубине резания, геометрическим параметрам режущего инструмента. [11]

Режимы резания необходимо рассчитать для операции 015 маршрутного листа. На данной операции необходимо проточить начерно цилиндрическую 20 поверхность и два раза начисто, обработать торец и получить фаску.

Черновое сверление:

Инструмент: Сверло по металлу, Р6М5

Геометрия твёрдосплавного сверла:

Диаметр рабочей части сверла $D=15$ мм;

Рабочая длина $L=114$ мм;

Глубина резания:

$$t = 0,5D = 0,5 * 15 = 7,5 \text{ мм};$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v$$

$$S = 0,6 \text{ мм/об};$$

Стойкость инструмента $T = 45$ мин;

$$C_v = 40,7 ; q = 0,25; m = 0,125; y = 0,4;$$

$$K_v = K_{Mv} K_{Nv} K_{Lv} = 0,8 * 1,0 * 1,0 = 0,8;$$

$$K_{Mv} = 0,8; K_{Nv} = 1,0; K_{Lv} = 1,0;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{40,7 * 15^{0,25}}{45^{0,125} * 0,6^{0,4}} * 0,8 = 48,84 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Осевая сила:

$$P_o = 10C_P D^q s^y K_p$$

$$C_M = 0,005 ; q = 2,0; y = 0,8; K_P = K_{MP} = 2,0;$$

$$C_P = 9,8 ; q = 1,0; y = 0,7; K_P = K_{MP} = 2,0;$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p = 10 * 0,005 * 15^2 0,6^{0,8} * 2 = 14,95 \text{ Н} * \text{м}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10C_P D^q s^y K_p = 10 * 9,8 * 15^1 0,6^{0,7} * 2,0 = 2056,14 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_p = \frac{M_{кр} n}{9750}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 * 48,84}{\pi * 15} = 1036 \text{ об/мин}$$

Мощность резания:

$$N_p = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{14,95 * 1036}{9750} = 1,59 \text{ кВт}$$

Чистое точение:

Резец расточной, Р6М5

Н x В = 16 x 16 мм

Главный угол в плане $\varphi = 95^\circ$;

Длина резца = 120 мм;

Рабочая часть резца Р = 25 мм;

R = 1 мм;

Глубина резания t = 0,05 мм;

Подача s = 0,12 мм/об;

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} x s^y} K_v$$

Стойкость инструмента $T = 30$ мин;

Поправочный коэффициент $K=0,9$;

$C_v = 485$; $x = 0,12$; $m = 0,28$; $y = 0,25$;

$K_v = K_{Mv}K_{Nv}K_{pv} = 0,8 * 1,0 * 0,9 = 0,72$;

$K_{Mv} = 0,8$; $K_{Nv} = 1,0$; $K_{pv} = 0,9$;

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v K = \frac{485}{30^{0,28} * 0,05^{0,12} * 0,12^{0,25}} * 0,72 * 0,9 = 295,1 \text{ м/мин}$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

$C_p = 40$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 0$; $K_p = K_{MP} = 2,0$;

$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 * 40 * 0,05^1 * 0,12^{0,75} 295,1^0 * 2 = 8,15 \text{ Н}$;

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 * 60} = \frac{8,15 * 295,1}{1020 * 60} = 0,04 \text{ кВт}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 * 295,1}{\pi * 16} = 5874 \text{ об/мин}$$

Тонкое точение:

Резец расточной, ВКЗ

Глубина резания $t = 1,6$ мм;

Подача $s = 0,04$ мм/об;

Скорость резания $v = 600$ м/мин; [5]

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 * 600}{\pi * 16} = 9680 \text{ об/мин}$$

По таблице [12] берем силу резания и мощность резания.

Полученные режимы резания занесем в таблицу 10.

Таблица 10. Режимы резания для операции 015.

Наименование операции	Подача S, мм/об	Глубина резания t, мм	Частота n, об/мин	Скорость резания V, м/мин
Черновое сверление	0,6	7,5	1036	48,84
Чистое точение	0,12	0,05	5874	295,1
Тонкое точение	0,04	0,0016	9680	600

Для выполнения остальных операций воспользуемся калькулятором режимов резания на сайте продукции Sandvik. [16]

2.7. Выбор оборудования

Учитывая маршрут обработки детали и мощность резания, в качестве оборудования выберем обрабатывающий центр с ЧПУ ФС65МФ3.

Технические характеристики обрабатывающего центра ФС65МФ3 приведены в табл.11.

Таблица 11. Технические характеристики ФС65МФ3.

Характеристика	Значение
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны, мм	450
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	150~600
Класс точности станка	A
X/Y/Z Перемещение, мм	650/380/450
Скорость рабочей подачи, мм/мин	1~15000
Точность позиционирования, мкм	±2
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	25/10
Вращающий момент на шпинделе (до	135

30 мин), Нм	
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	40~12000
Максимальный диаметр/длина сменного инструмента, мм	ø150(75)/L250

2.8. Составление программы в G-кодах

Составим программу на обработку отверстия $\varnothing 16H7(+0.018)$. (табл.13.)

Программа написана для токарной обработки.

Таблица 12. Программа обработки отверстия $\varnothing 16H7(+0.018)$

Кадр УП	Комментарии
O0001 (OTV);	Номер программы (название)
N5 G00 X40 Z50;	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N10 T01;	Смена инструмента
N15 M3 S1036;	Вращение шпинделя против часовой стрелки с частотой вращения 1036 об/мин
N20 G00 X0 Z0;	Ускоренное перемещение в точку 1
N25 G01 Z-7.5 F0.6;	Перемещение в точку 2 с подачей 0,6 мм/об
N30 G00 X40 Z50;	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N35 T02;	Смена инструмента
N40 M3 S5874;	Вращение шпинделя против часовой стрелки с частотой вращения 5874 об/мин
N45 G00 X16 Z5 F0.12;	Ускоренное перемещение в точку,

	смена подачи на 0,12
N50 G01 Z-10;	Перемещение в следующую точку
N55 Z0;	Возвращение в 0
N65 G00 X40 Z50:	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N70 T03;	Смена инструмента
N75 M3 S9680;	Вращение шпинделя против часовой стрелки с частотой вращения 9680 об/мин
N80 G00 X16.01 Z5 F0.04;	Ускоренное перемещение в точку, смена подачи на 0,04
N85 G01 Z-10;	Перемещение в следующую точку
N90 Z0;	Возврат в предыдущую
N95 G00 X40 Z50:	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N100 M30	Конец управляющей программы

2.7. Расчет усилия зажима приспособления

Выбранное приспособление для обработки заготовки – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон. Заготовка базируется с упором в торец, соответственно необходимо рассчитать силу, которую приложить для предотвращения проворота заготовки в приспособлении на один кулачок.

$$Q = \frac{KM}{3fR},$$

где K – коэффициент запаса;

M – крутящий момент;

R – радиус заготовки;

f – коэффициент трения заготовки о поверхности кулачков.

Крутящий момент можно найти из выражения:

$$M = \frac{N_{\text{рез}} \cdot 10^3 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n},$$

где $N_{\text{рез}}$ – мощность резания для черновой операции;

n – частота вращения шпинделя.

$$M = \frac{N_{\text{рез}} \cdot 10^3 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{1,59 \cdot 10^3 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 1036} = 14,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим коэффициент запаса:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5,$$

где $K_0 = 1.5$ – гарантированный коэффициент для всех случаев;

$K_1 = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий затупление инструмента в процессе работы на черновой операции;

$K_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение силы при прерывистом резании;

$K_4 = 1.3$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима при ручном зажиме и удобном расположении рукояток;

$K_5 = 1$ – коэффициент, учитывающийся при наличии крутящих моментов, с ограниченной поверхностью контакта заготовки;

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 = 1.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.3 \cdot 1 = 1.95$$

Тогда находим силу Q :

$$Q = \frac{KM}{3fR} = \frac{1,95 \cdot 14,7}{3 \cdot 0,25 \cdot 0,022} = 1737 \text{ Н}$$

Сила, приложенная для предотвращения проворота заготовки в трехкулачковом патроне равна 1 737 Н.

2.9. Выводы по разделу

В результате проделанной работы был спроектирован технологический процесс (не в полном объеме) изготовления крышки. Данное проектирование учит пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами и нормами. Была рационально выбрана заготовка для изготовления, составлен технологический маршрут обработки, рассчитаны припуски на механическую обработку для линейного размера, выбрано необходимое оборудование, в соответствии с режимами резания. Следовательно, были приобретены необходимые технологические навыки и знания.

Данный технологический процесс разрабатывался в учебных целях, для приобретения навыков и умений в применении знаний по данной дисциплине и другим общетехническим дисциплинам путем самостоятельного решения конкретных технологических задач при проектировании технологического процесса.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4A7B	Манаповой Марине Савиловне

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 147 193 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 94 470 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,15 баллов из 5
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30,2%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Структура работ в рамках научного исследования; Распределение исполнителей; Трудоемкость выполнения работ; Календарный план-график;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Альтернативы проведения НИ
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
-----------	-----	------------------------	---------	------

доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н.		05.04.2021
-------------------------	----------------------------------	--------	--	------------

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A7B	Манапова Марина Савировна		05.04.2021

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирования финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках научно-исследовательского проекта. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

В связи с тем, что экономика является неотъемлемой, постоянной и динамически развивающейся частью жизни, возникает необходимость непрерывно проводить исследование и мониторинг рынка. Поиск конкурирующих проектов позволяет определить необходимость и значимость новых разработок, а также их эффективность в случае успешной реализации конечного продукта.

Данный раздел предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценить перспективность проведения работ и коммерческий потенциал исследования;
- провести расчет трудоемкости выполнения работы;
- составить план комплекса работы;
- рассчитать затраты на проектирование, заработную плату и прочие расходы;
- определить возможные альтернативы проведения научных разработок.

Цель работы – проектирование штампа вырубного решетки эксиплексного рециркулятора. Данный инструмент служит для изготовления

заданной детали, обеспечения ее заданной конфигурации, соблюдения всех назначенных конструктором допусков.

3.1. SWOT анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Составим SWOT-анализ относительно нашего проекта (табл. 13.)

Таблица 13 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>C1. Высокое качество;</p> <p>C2. Непосредственное выдерживание конструкторских размеров;</p> <p>C3. Безопасность использования;</p> <p>C4. Актуальность;</p> <p>C5. Качественные материалы;</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>СЛ1. Инструмент позволяет изготавливать детали лишь одной конфигурации;</p> <p>СЛ2. Узкая направленность;</p> <p>СЛ3. Нужда в специальном оборудовании;</p> <p>СЛ4. Сложность конструкции;</p>
<p>Возможности:</p> <p>B1. Развитие автоматизации;</p> <p>B2. Сокращение времени изготовления;</p> <p>B3. Использование</p>	<p>- Имеются все возможности достичь высокого уровня автоматизации производства (B1C1C2C3C4C5);</p> <p>- Благодаря оптимальному выбору</p>	<p>- Наличие большого количества автоматизированных линий способствует высокой производительности в нашем случае (B1СЛ1СЛ3);</p>

неквалифицированным работником	<p>технического решения время обработки заготовок сокращается, не теряя в качестве (B2C1C2C3C4C5);</p> <p>- За счет минимального контакта рабочего и заготовки можно сэкономить на найме сотрудников (B3C1C2C3C4C5).</p>	<p>- Использование нескольких линий одновременно увеличит производительность (B2CЛ1);</p> <p>- Узкая направленность предполагает большой штаб рабочих, низкая квалификация позволяет сократить расходы (B3CЛ2);</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса;</p> <p>У2. Быстрый износ;</p> <p>У3. Прекращение финансирования;</p>	<p>- В наше время имеется необходимость в облучателях (У1C4);</p> <p>-Быстрый износ менее вероятен при использовании качественных материалов(У2C5);</p> <p>-Легкий поиск своих потребителей в связи с высоким качеством и актуальностью прибора(У3C1C4);</p>	<p>- Узкая направленность и отсутствие спроса рождает финансовые трудности или закрытие проекта (У1CЛ2);</p> <p>- Сложность конструкции и быстрый износ являются могут принести убытки (У2CЛ4);</p> <p>- Невозможность продолжать проект в связи с поломкой или износом оборудования (У3CЛ3);</p>

На пересечении параметров представлен анализ интерактивных таблиц в форме записи сильно конкурирующих факторов. Каждая из записей представляет собой направление возможной реализации проекта.

3.2. Структура работы в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Выполним планирование работ по проектированию вырубного штампа для эксиплексного рециркулятора. Для этого определим основные этапы работы и исполнителей этих работ. Вся информация содержится в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень этапов работы и распределения исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технологического задания	1	Составление и утверждение технологического задания	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
Технологическая часть	3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель
	4	Технологический контроль ТЗ и анализ	Инженер

		технологичности конструкции	
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Инженер
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер
	8	Размерный анализ	Инженер
	9	Назначение допусков на технологические размеры	Инженер
	10	Расчёт межоперационных размеров	Инженер
	11	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, Инженер
	12	Назначение режимов резания	Инженер
	13	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	14	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер
	15	Проектирование инструмента	Инженер
	16	Расчёт погрешностей	Инженер
Обобщение и оценка результатов	17	Оформление документации в видео операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Инженер

	18	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Инженер
--	----	--	--------------------------

3.3. Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

Требуется определить трудоёмкость выполнения работ для обоснованного расчёта заработной платы. Для этого сначала находим ожидаемое значение трудоёмкости. Затем определим продолжительность работы в рабочих днях.

Чтобы определить ожидаемое значение трудоёмкости $t_{ож.i}$ воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ож.i} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}$$

Где: $t_{min i}$ – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max i}$ - максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Чтобы определить продолжительность работы в рабочих днях T_{pi} , воспользуемся формулой:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож.i}}{Ч_i}$$

Где: $Ч_i$ – Численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работы на данном этапе, чел.

Для удобства представления информации полученные результаты запишем в таблицу 15.

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	$t_{\min i}$, чел.- дн.	$t_{\max i}$, чел.- дн.	$t_{\text{ож.}i}$, чел.-дн.	T_{pi} , раб.-дн.
1	1	5	2,6	2,6
2	2	5	3,2	3,2
3	1	2	1,4	1,4
4	1	5	2,6	2,6
5	1	2	1,4	1,4
6	1	2	1,4	1,4
7	1	3	1,8	1,8
8	1	2	1,4	1,4
9	1	2	1,4	1,4
10	2	5	3,2	3,2
11	1	3	1,8	0,9
12	3	6	4,2	4,2
13	3	6	4,2	4,2
14	2	4	2,8	2,8
15	2	6	3,6	3,6
16	1	2	1,4	1,4
17	5	10	7	7
18	1	2	1,4	0,7

3.4. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным в рамках данного проекта является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Для этого необходимо длительность работы из рабочих дней, полученных в пункте 2.2, перевести в календарные дни. Значения в календарных днях T_{ki} , рассчитываются и округляются до целых значений по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал.}}$$

Где: T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} - продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал.}}$ - коэффициент календарности.

$k_{\text{кал.}}$ определяем по формуле:

$$k_{\text{кал.}} = \frac{T_{\text{кал.}}}{T_{\text{кал.}} - (T_{\text{вых.}} + T_{\text{пр.}})}$$

Где: $T_{\text{кал.}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых.}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр.}}$ - количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал.}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Полученные результаты сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Работы – количество затраченных календарных дней

№ работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T_{ki} , кал.-дн.	4	5	2	4	2	2	3	2	2	5	3	6	6	4	5	2	10	1

На основе таблиц 14 и 15 построим календарный план-график, представленный в таблице 16.

Таблица 16 – Календарный план-график проектирования штампа вырубного на решетку рециркулятора эксиплексного.

Желтым обозначены работы руководителя, зеленым – студента.

№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	T_{ki} , кал.-дн.	Месяц							
				Февраль			Март			Апрель	
				1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение	Руководитель НИ	4								

	технологического задания											
2	Ознакомление с литературой	Инженер	5									
3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель НИ	2									
4	Технологический контроль ТЗ и анализ технологичности конструкции	Инженер	4									
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2									
6	Выбор заготовки	Инженер	2									
7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер	3									
8	Размерный анализ	Инженер	2									
9	Назначение допусков на технологические размеры	Инженер	2									
10	Расчёт межоперационных размеров	Инженер	5									

Таблица 17 – Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	82
Общее количество календарных дней, в течении которых работал инженер	41
Общее количество календарных дней, в которых работал руководитель	6

В результате выполнения данного подраздела разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из участников проекта.

3.5. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.5.1. Основная заработанная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, занятых выполнением НТИ, и дополнительную заработную плату:

$$З_{\Pi} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}$$

Где: $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоёмкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

Где: $Z_{\text{дн}}$ – средняя дневная заработная плата работника, руб;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 6).

Средняя дневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d}$$

Где: Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 рабочих дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p$$

Где: Z_{mc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

Где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,13)

Расчёт заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$З_M = З_{mc} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51\,285 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_M \cdot M}{F_d} = \frac{51\,285 \cdot 11,2}{366 - 82 - 24} = 2\,209,2 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p = 2\,209,2 \cdot 6 = 13\,255,2 \text{ руб.}$$

Расчёт заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя):

$$\begin{aligned} З_M &= З_{mc} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 12\,792 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 \\ &= 24\,944,4 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_M \cdot M}{F_d} = \frac{24\,944,4 \cdot 11,2}{366 - 82 - 24} = 1\,074,5 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p = 1\,074,5 \cdot 41 = 44\,055,6 \text{ руб.}$$

3.5.2. Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 13\,255,2 = 1\,723,1 \text{ руб.}$$

Расчет дополнительной заработной платы инженера:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 44\,055,6 = 5\,727,2 \text{ руб.}$$

Таблица 18 – Расчёт заработной платы работников.

	З _{тс} , руб	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб	T _р , ру б	З _{осн} , руб	k _{доп}	З _{доп} , руб	Итого, руб
Науч.рук.	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2209	6	13255	0,13	1723	14 978
Инженер	12792				24944	1074	41	44055		5727	49 782

3.5.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования 93 (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2020 г. в соответствии с НК от 31 июля 1998 года N 146-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %. В таблице 9 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	13 255,2	1 723,1
Инженер	44 055,6	5 727,2
Коэффициент отчислений во	0,302	

внебюджетные фонды	
Итого	
Руководитель	4 523,4
Инженер	15 034,4

3.5.4. Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии и т.д.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица Измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб
Бумага для принтера А4 (500 листов)	Пачка	1	300	300
Интернет	Мбит/сек	3	500	1500
Ручка шариковая	Шт.	2	40	80
Бумага А1	Лист	30	15	450
Тетрадь	Шт.	1	50	50
Итого, руб.				2 380

В сумме материальные затраты составили 2 380 рублей.

Накладные расходы:

$$З_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}}$$

Где: $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%

$$З_{\text{нак}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{з}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{нак}} = (2\,380 + 94\,470 + 30\,041) \cdot 0,16 = 20\,302,5 \text{ руб.}$$

3.5.5. Расчет затрат на специальное оборудование

Для проектирования специальное оборудование не требуется.

Для данной работы рассчитаем амортизационные отчисления оборудования, используемого при ее выполнении: ноутбук Acer.

Амортизационные отчисления определим линейным методом:

$$A = \frac{P_{\text{ст}} * H_a}{100\%},$$

где A – искомая сумма амортизации; $P_{\text{ст}}$ – первоначальная стоимость оборудования; H_a – норма амортизации.

Норма амортизации выражается в процентах и представляет собой соотношение единицы на весь предполагаемый срок использования оборудования:

$$H_a = \left(\frac{1}{n}\right) * 100\%$$

Норма амортизации ноутбука, используемого для выполнения работы составляет:

$$H_a = \left(\frac{1}{36 \text{ месяцев}}\right) * 100\% = 2,7$$

Тогда, амортизация оборудования (при первоначальной стоимости ноутбука в 47 990 р) составила:

$$A = \frac{47\,990 * 1,67}{100} = 1\,295,7 \text{ р.}$$

3.5.6. Формирование бюджета затрат НИП

Определим бюджет затрат на научно-исследовательский проект. Для этого просуммируем все рассчитанные финансовые показатели проекта из предыдущих пунктов. Для наглядности составим таблицу 21, в которой показаны все сведения.

Таблица 21 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
Затраты по основной зарплате	57 310,8	54,11

Затраты по дополнительной зарплате	7 450,3	7,03
Отчисления во внебюджетные фонды	19 557,8	18,47
Накладные расходы	20 302,5	19,17
Амортизационные расходы	1 295,7	1,22
Итого бюджета НТИ	105 914,1	100

Бюджет всех затрат на проект равен 105 914,5 рублей. Наибольший процент составляют затраты по основной зарплате (54,11%).

3.6. Ресурсоэффективность

Рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности, для этого составим таблицу 22.

Таблица 22 – Оценка характеристики проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка по 5-ти бальной шкале
1.Соответствие требованиям потребителей	0,35	5
2.Материалоёмкость	0,15	3
3.Удобство в эксплуатации	0,15	5
4.Энергосбережение	0,05	2
5.Надёжность	0,20	4
6.Длительность разработки	0,10	3
Итого	1	

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

Где: I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

$$I_{pi} = 0,35 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 2 + 0,20 \cdot 4 + 0,10 \cdot 3 = 4,15$$

Такое значение интегральной показателя говорит о том, что разработанный проект достаточно ресурсоэффективный.

3.7. Выводы по разделу

Результатом данного раздела служат SWOT-анализ и полностью распланированная научно-исследовательская работа. В результате проведенных анализов можно говорить о достаточном уровне конкурентоспособности разрабатываемого проекта. Также в данном разделе были определены бюджет затрат НИИ и ресурсоэффективность разрабатываемого проекта, в результате чего можно утверждать, что он ресурсоэффективный и на его реализацию потребуется около 105 914 руб.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A7B	Манаповой Марине Савировне

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Проектирование штампа вырубного решетки рециркулятора эксплексного антивирусного	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования: штамп вырубной</p> <p>Область применения: машиностроительные предприятия</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.</p> <p>ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.</p> <p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021)</p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -повышенный уровень вибрации; -повышенный уровень шума на рабочем месте; -отклонение показателей микроклимата; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -движущиеся части машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; -неподвижные режущие, колющие,

	обдирающие, разрывающие части твёрдых объектов, воздействующих на работающего при соприкосновении с ним.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: выделение большого количества газов; Гидросфера: выброс в водоемы теплоты, технических жидкостей; Литосфера: вибрации.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: поражение электрическим током, пожар, взрыв, обрушение промышленного цеха. Наиболее типичная ЧС: пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		05.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7В	Манапова Марина Савиловна		05.04.2021

4. Социальная ответственность

Введение

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека и окружающую среду в процессе проектирования, производства и эксплуатации вырубного штампа. Так же рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций, способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

В данной работе представлена разработка конструкции вырубного штампа решетки рециркулятора, производимого на базе АО НПЦ «ПОЛЮС», который в скором времени выйдет на рынок облучателей закрытого типа. Листовая штамповка мелких деталей сложной конфигурации в данной ситуации позволяет добиться полноценной автоматизации; изготавливать большое количество заданных деталей, тем самым упрощая процесс производства; сократить расход обрабатываемого материала.

Воздействие вредных и опасных производственных факторов может привести к травме или ухудшению здоровья.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Для того, чтобы осуществить практическую деятельность в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, которые позволяют их обеспечить. В связи с тем, что современное проектирование штампов производится с помощью программного обеспечения, необходимо

рассмотреть требования к рабочей зоне проектировщика и ЭВМ. Так же необходимо учитывать соблюдение режима рабочего времени, оплату и нормирование труда и т.д. Специальные правовые нормы трудового законодательства отмечены Трудовым кодексом Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) [1].

Рассмотрим подробнее режим рабочего времени, оплату труда. Согласно ТК РФ, режим рабочего времени во время разработки представлен в виде пятидневной рабочей недели с двумя выходными, рабочий день неполный. Так как разработка производится на базе АО НПЦ «Полюс», то оплата труда будет производиться по тарифной системе (согласно ст. 143 ТК РФ [1]).

В соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации [1] работодатель обязан обеспечить нормальные условия для выполнения работниками нормальной выработки. К таким условиям относятся:

- исправное состояние помещений, сооружений, машин, технологической оснастки и оборудования;
- своевременное обеспечение технической и иной необходимой для работы документацией;
- надлежащее качество материалов, инструментов, иных средств и предметов, необходимых для выполнения работы, их своевременное предоставление работнику;
- условия труда, соответствующие требованиям охраны труда и безопасности производства.

В соответствии со статьей 14 № 426-ФЗ [2] условия труда при проектировании вырубного штампа по классификации класса условий труда - оптимальные. Воздействие неблагоприятных факторов минимально или отсутствует и влияния на организм не происходит.

4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Согласно СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [3] предъявляются нормы к организации рабочей зоны при проектировании вырубного штампа, а именно:

- требования к объему помещений на одного работника (для постоянных рабочих мест) вне зависимости от вида выполняемых работ - не менее 15 м³;
- требования к площади помещений для одного работника вне зависимости от вида выполняемых работ – не менее 4,5 м²;
- требования к системам, ограничивающим попадание холодного воздуха извне;
- требования к рабочим местам, предназначенным для работы в положении сидя: производственное оборудование и рабочие столы должны иметь пространство для размещения ног высотой не менее 600 мм, глубиной - не менее 450 мм на уровне колен и 600 мм на уровне стоп, шириной не менее 500 мм;
- требования к освещению в помещении: оснащение светопроницаемых конструкций и оконных проемов должно позволять регулировать параметры световой среды;
- требования к компоновке ПК: компьютеры следует размещать таким образом, чтобы показатели освещенности не превышали установленных гигиенических нормативов.

Для осуществления работы оператора рабочая зона с ПЭВМ организуется в соответствии СП 2.2.3670-20 [3]. При анализе помещения для проектирования выявлено:

- помещение с ПЭВМ оборудовано системой отопления;
- пол в помещении с ПЭВМ ровный, без выбоин, нескользкий;

- угол сиденья в помещении не регулируется, угол наклона спинки в вертикальной плоскости составляет около 30 градусов;
- провода электропитания и кабель локальной сети находятся в стояке, основание которого совмещено с подставкой для ног;
- освещенность соответствует гигиеническим нормативам;
- Рабочий стол имеет пространство для размещения ног высотой не менее 600 мм, глубиной - не менее 450 мм на уровне колен и 600 мм на уровне стоп, шириной не менее 500 мм.

Таким образом полученные результаты можно считать подходящими для проведения работ оператором в рассматриваемой аудитории с целью проектирования штампа вырубного решетки рециркулятора.

4.2. Производственная безопасность

В данном пункте осуществлен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке, изготовлении или эксплуатации проектируемого штампа. Они могут возникнуть в процессе проведения испытаний в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемой оснастки. Чтобы оценить возникновение вредных и опасных факторов, необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [4]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы 23.

Таблица 23. Вредные и опасные производственные факторы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [4])	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	

1. Повышенный уровень вибрации		+	+	ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования [5].
2. Повышенный уровень шума		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014. «Шум. Общие требования безопасности» [6].
3. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [7].
4. Движущиеся части машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования		+	+	Приказ Минтруда России от 27.11.2020 № 833н "Об утверждении Правил по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования" [8].
5. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твёрдых объектов, воздействующих		+		ГОСТ 12.2.003-91. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [9].

на работающего при соприкосновении с ним.				
--	--	--	--	--

1. Повышенный уровень вибрации

А) При изготовлении;

При изготовлении деталей различной конфигурации возникает вибрация, которая появляется в процессе работы производственного оборудования, такого как: токарный, фрезерный, шлифовальный станки и станок с ЧПУ.

В процессе использования производственного оборудования (изготовления деталей различной конфигурации) возникает вибрация, причиной которой является недостаточная жесткость станка.

При достаточно долгом действии общей вибрации возникают механические повреждения тканей, а также органов человеческого организма.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012-90, амплитуда вибрации в помещении должна составлять не более $0,0072 \cdot 10^{-3}$ м при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. На производстве станки работают в диапазонах близких к 60 Гц. Соответственно, не возникает пагубного влияния на организм человека.

Для того, чтобы снизить уровень вибрации до требуемого уровня используются методы защиты оператора от вибрации. Существуют следующие методы, такие как: правильное размещение специального оборудования устройства и оптимальные режимы работы установки.

Чтобы снизить уровень вибрации в цехе, необходимо своевременно осуществлять ремонт оборудования и вовремя смазывать трущиеся поверхности деталей. При работе с оборудованием используются индивидуальные средства защиты: обувь с амортизирующими подошвами, перчатки и рукавицы с мягкими наладонниками.

Б) При эксплуатации;

Вибрации исходящие со стороны механизмов, машин или оборудования также оказывает негативное влияние на человека, находящегося в зоне распространения вибрации.

Т.к. эксплуатация проектируемого изделия будет проходить в цеху, мероприятия по защите оператора от вибрации используются те же, что и при изготовлении.

2. Повышенный уровень шума

Во время эксплуатации оборудование является источником шума. При изготовлении деталей необходимо предусмотреть, чтобы уровень шума в цехе не превышал допустимого уровня. Все это необходимо для того, чтобы предотвратить вредное влияние шума на организм человека. Повышенный уровень шума приводит к быстрой утомляемости и является общебиологическим раздражителем. В последствии продолжительного влияния шума падает производительность физического труда на 10%, а умственного – более чем на 40% [10]. Известно, что эксплуатация штамповочного оборудования сопровождается повышенным уровнем шума. Но, предполагается, что шум возникающий от проектируемого штампа не превышает требуемого уровня. По ГОСТ 12.1.003-2014 [6] максимально допустимый уровень шума в цехе не должен превышать 80 дБ (широкополосный шум).

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 [6] при разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочих мест необходимо обеспечить меры по снижению уровня шума, воздействующего на человека, до требуемого уровня, не превышающего допустимого. Существуют следующие методы и средства коллективной защиты, которые подразделяются в зависимости от способа реализации на строительно-акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические и включают в себя:

- изменение направленности излучения шума;
- рациональную планировку предприятий и производственных помещений;
- использование средств индивидуальной защиты (наушники, беруши);
- применение звукоизоляции.

3. Отклонение от показателей микроклимата

Микроклимат производственного помещения оказывает значительное влияние на работника. Отклонение отдельных параметров микроклимата от рекомендованных значений, снижают работоспособность, ухудшают самочувствие работника и могут привести к профзаболеваниям.

Низкая температура вызывает охлаждение организма и может способствовать возникновению простудных заболеваний. При высокой температуре — перегрев организма, повышенное потовыделение и снижение работоспособности. Работник теряет внимание, что может привести к несчастному случаю.

Повышенная влажность воздуха затрудняет испарение влаги с поверхности кожи и легких, что ведет к нарушению терморегуляции организма, ухудшению состояния человека, снижению работоспособности. При пониженной влажности ($< 20\%$) – сухость слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Скорость движения воздуха. Человек начинает ощущать движение воздуха при $v \geq 0,15$ м/сек. Движение воздушного потока зависит от его температуры. При $t < 36^{\circ}\text{C}$ поток оказывает на человека освежающее действие, при $t > 40^{\circ}\text{C}$ неблагоприятное.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [7] показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Мероприятия, направленные на улучшения условий производственного микроклимата:

- Технологические (возможность пребывания рабочих вдали от источника вредного фактора: автоматизация, механизация, введение новых технологических процессов);
- Санитарно-технологические (кондиционирование воздуха, общеобменная вентиляция, теплоизоляция горячих поверхностей)
- Организационные (возможность перерывов);
- Использование индивидуальных средств защиты.

4. Подвижные части производственного оборудования

Движущиеся части производственного оборудования (ползун пресса, подвижная часть штампа) являются опасным фактором, особенно при листовой штамповке. Для избегания возможного повреждения, подвижные элементы должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства, предотвращающие травмирование.

4.3. Экологическая безопасность

В нашем мире защита окружающей среды является одной из приоритетных задач. Огромное количество бытовых отходов, а также выбросов предприятий на данный момент является большой проблемой. Чтобы уменьшить количество бытовых отходов и выбросов необходимо отказаться от старых методов производства и перейти на новый, безотходный уровень производства.

В проектируемом штампе все детали изготовлены из черного металла. Данные материалы при очистке и переплавке приобретают свойства первичного сырья, в связи с этим они востребованы в промышленности.

В процессе работы штамп воздействует на атмосферу. В процессе испарения или разлива смазывающей жидкости при эксплуатации и хранении происходит умеренное выделение синтетических масел, образование

токсичных соединений. Подобные процессы в перспективе могут принести угрозу живым организмам.

Чтобы защитить окружающую среду от разлива масла, а также от испарения смазывающей жидкости, необходимо устанавливать специальные герметические конструкции, позволяющие снизить распространение загрязнения. Следовательно, все химические процессы будут происходить внутри.

На литосферу сам проектируемый штамп не оказывает никакого значительного влияния. Однако если учитывать пару пресс+штамп, часть колебаний все-таки передается на литосферу. Со временем есть вероятность, что наиболее чувствительные к сотрясению рыхлые неуплотненные слои почвы начнут смещаться и уплотняться. При этом структурные связи почвы нарушатся и, вероятно, произойдет внезапное разжижение и образование оползней и отвалов.

Чтобы существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду необходимо максимально снизить время проводимых работ.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе проектирования, а также изготовления штампа вырубного возможны следующие чрезвычайные ситуации: возникновение пожара, поражение электрическим током. Возгорание штампа невозможно, но возникновение пожара в помещении, в котором осуществлялось проектирование, имеет место быть в связи со многими факторами, один из которых – возникновение короткого замыкания в электросети.

Чтобы защитить жизнь и здоровье человека от пожара необходимо выполнять необходимые профилактические мероприятия, направленные на предупреждение или устранение пожара.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется проводить следующие организационные мероприятия:

- обязательное соблюдение всех правил технической эксплуатации;
- проверка наличия и исправности первичных средств пожаротушения;
- прохождение противопожарного инструктажа.

В случае возникновения пожароопасной ситуации, прежде всего, необходимо вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар и принять меры по ликвидации пожара при помощи первичных средств пожаротушения.

4.4. Выводы по разделу

В результате выполнения анализа вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации вырубного штампа, а также во время его проектирования, были выявлены характерные чрезвычайные ситуации, а также меры по их устранению. Данные исследования, проведенные в рассматриваемом разделе, могут быть использованы в реальных условиях проектирования, изготовления и эксплуатации вырубного штампа.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был исследован штамп вырубной решетки рециркулятора согласно заданиям конструкторского, технологического раздела, а также разделов финансового менеджмента и социальной ответственности. В конструкторской части были рассмотрены различные штампы холодной листовой штамповки, их конструкция, расчет параметров и принцип работы. Создана 3D модель вырубного штампа и составлена конструкторская документация. При выполнении технологической части данная деталь «крышка» была исследована на технологичность, после чего был составлен технологический маршрут обработки детали, составлены размерная схема, расчетно-технологическая карта, проведен расчет всех технологических размеров на обработку детали, рассчитаны режимы резания, подобрано оборудование и произведено нормирование. При выполнении раздела финансового менеджмента был произведен SWOT-анализ, произведено планирование. Также рассчитан бюджет на реализацию проекта, который составил 105 914 рублей. Выявлена эффективность реализации проекта. При выполнении раздела социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при проектировании, изготовлении и эксплуатации вырубного штампа для заданной детали, а также приведены меры по их устранению или предотвращению.

Список литературы

1. Рудман, Л. И. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / Л. И. Рудман. — Москва: Машиностроение, 1988.
2. Попов, Е. А. Технология и автоматизация листовой штамповки / Е. А. Попов. — Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000.
3. Яковлев, С. С. Ковка и штамповка: Справочник: в 4 т. Т.4. Листовая штамповка / С. С. Яковлев. — Москва: Машиностроение, 2010.
4. ГОСТ 21631-76. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов.
5. Нефедов, А. П. Конструирование и изготовление штампов / А. П. Нефедов. — Москва: Машиностроение, 1973.
6. Рудман, Л. И. Наладка прессов для листовой штамповки: Справочник / Л. И. Рудман. — Москва: Машиностроение, 1980.
7. Головин, В. А. Технология и оборудование холодной штамповки / В.А. Головин. — Москва: Машиностроение, 1987.
8. Пресс однокривошипный открытый ненаклоняемый усилием 25тс. Паспорт КД 2124-00-001 РЭ.
9. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. / В.И. Анурьев. — Москва: Машиностроение, 2001.
10. Зубцов, М. Е. Листовая штамповка / М. Е. Зубцов. — Ленинград: Машиностроение, 1980.
11. Никитенко, В.М. Штампы листовой штамповки. Технология изготовления штамповой оснастки / В.М. Никитенко. — Ульяновск: УГТУ, 2010.
12. Технологии обработки металлов: сайт. — URL: <https://www.metalcutting.ru/> (дата обращения: 20.05.2021). — Текст: электронный.
13. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. Альянс, 2015. — 256 с.

14. Дальский А. М. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 2. / А. М. Дальский. – Москва: Машиностроение, 2003.
15. Авраменко В.Е. Расчет припусков и межпереходных размеров. - Красноярск: ПИ СФУ, 2007.
16. Радкевич Я.М. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов/ под ред. В.А. Тимирязева. – М.: Высш. шк., 2004.
17. Косилова А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976.
18. Sandvik Coromant, CoroPlus Toolguide: сайт. – URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/toolguide.aspx> (дата обращения: 20.05.2021). – Текст: электронный.
19. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021)
20. Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ (последняя редакция)
21. СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда"
22. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
23. ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.
24. ГОСТ 12.1.003-2014. «Шум. Общие требования безопасности»
25. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
26. Приказ Минтруда России от 27.11.2020 № 833н "Об утверждении правил по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования"

- 27.ГОСТ 12.2.003-91. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
28. Бурлешик М. Мира, спокойствия больше нет // Спасение. – 2001. №3 (199). – с. 6.

Приложения

Приложение А

Чертеж детали «Решетка»

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Перв. примен.		Справ. №		ИШНПТ.8/171258.00.00.01										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<div><p>1. *Размер для справок.</p><p>2. **Размеры контролировать в заневоленном состоянии.</p><p>3. Радиус гибки 4мм.</p><p>4. Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm 0,3$мм.</p></div> <div><p>ИШНПТ.8/171258.00.00.01</p><p>Решетка</p><p>Лист АМц.М1 ГОСТ 21631-76</p></div> <table><tr><td>Лит.</td><td>Масса</td><td>Масштаб</td></tr><tr><td></td><td>10 г</td><td>1:1</td></tr><tr><td>Лист</td><td>Листов</td><td>1</td></tr></table>	Лит.	Масса	Масштаб		10 г	1:1	Лист	Листов	1
Лит.	Масса	Масштаб												
	10 г	1:1												
Лист	Листов	1												
Разраб.														
Пров.														
Т.контр.														
И.контр.														
Утв.														

Приложение Б

Технологический чертеж детали «решетка»

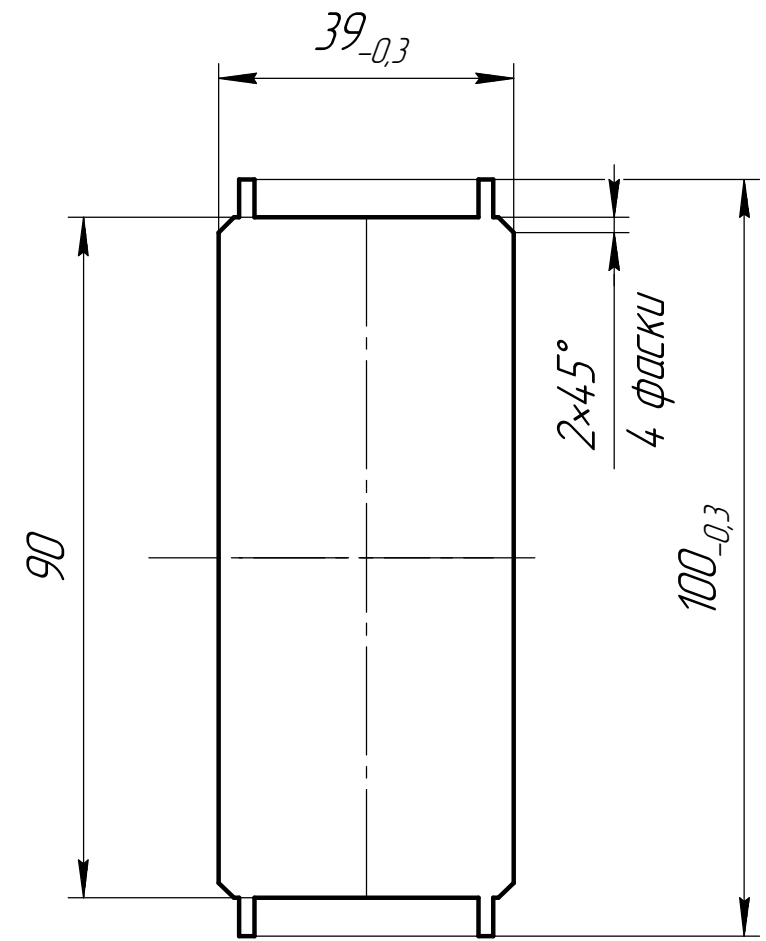
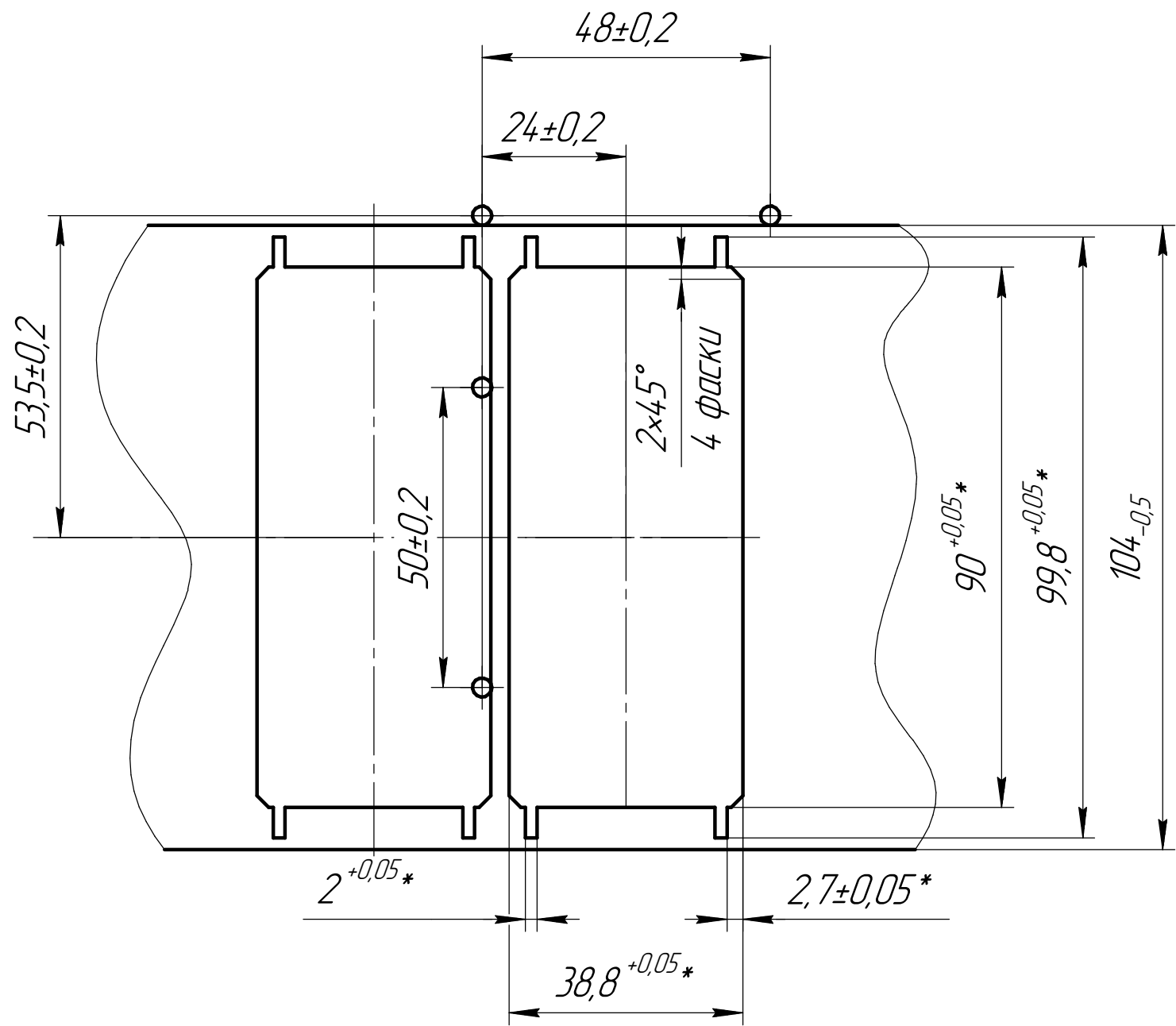
КОМПАС-3D 19 учебная версия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------

Изм. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------	--------------	--------------	--------------	--------------

ИШНПТ-8/171258.00.Д

Rz40 (✓)

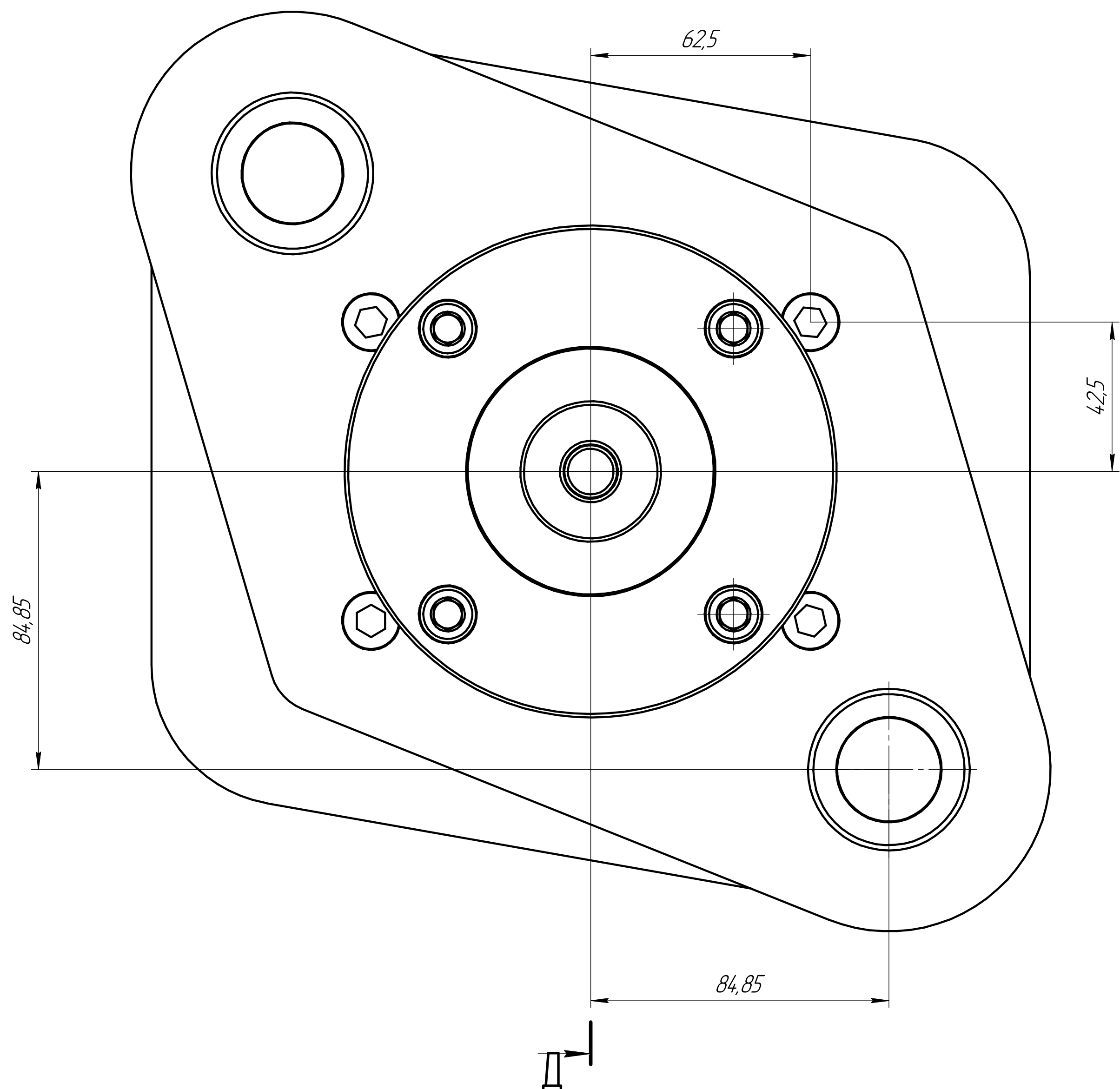
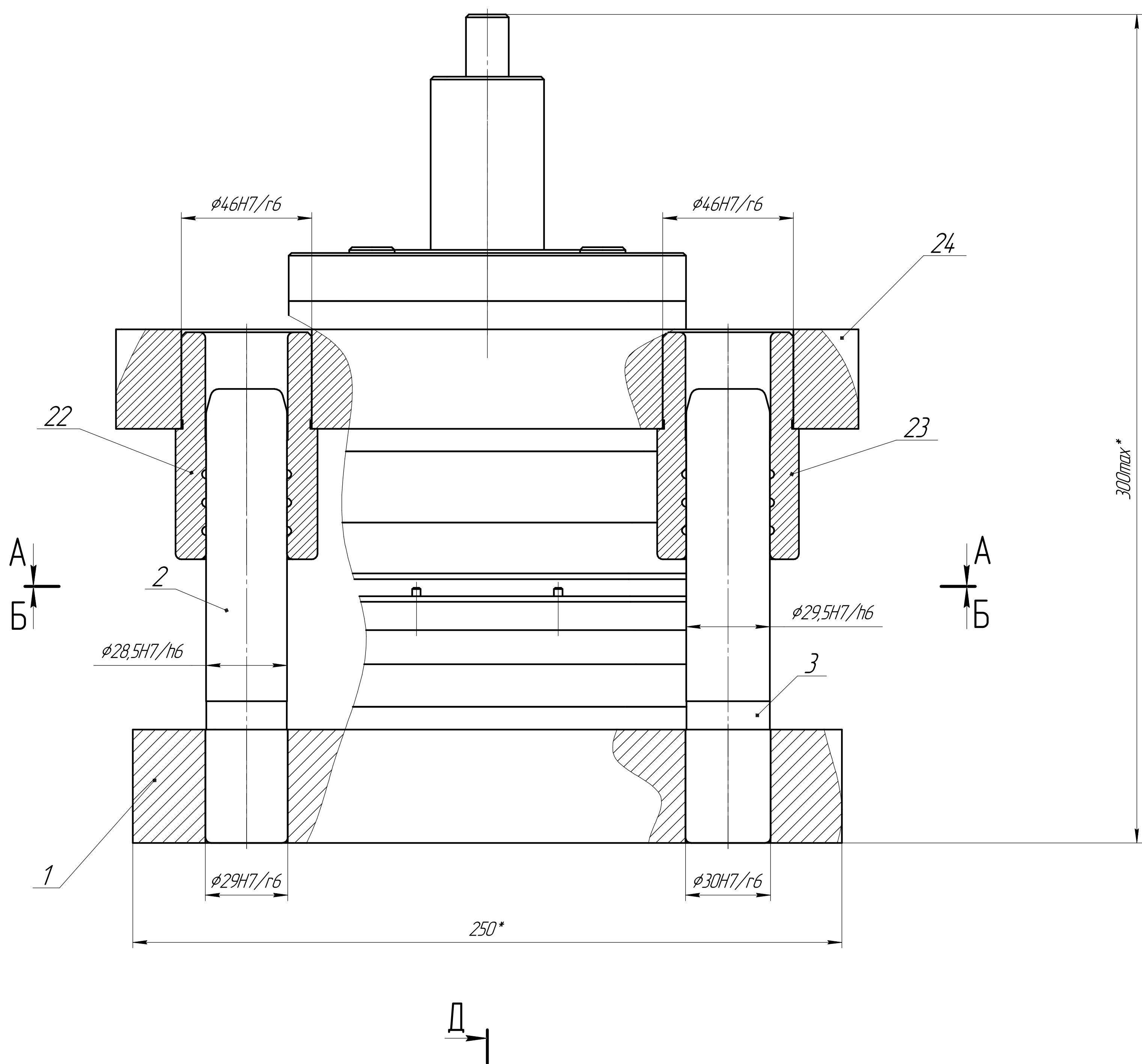


- *По размерам обсечки. Штамповочный зазор 0,05 мм на обе стороны за счет матрицы.
- Неуказанные предельные отклонения размеров ±0,3мм

ИШНПТ-8/171258.00.Д					Решетка технологический чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Манапова						1:1
Пров.	Кувшинов						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.							
Утв.							

Приложение В

Сборочный чертеж штампа вырубного



Технические характеристики:

1. Габаритные размеры: 260x260x300 мм.

2. Масса - 46,92 кг.

3. Рабочий ход - 14 мм.

4. Максимальное усилие 260 кН.

5. Максимальное количество вырабатываемых деталей в месяц без технического обслуживания 4500.

Технические требования:

1. *Размеры для справок.

2. Винты и болты позиций 23, 24, 25, 28, 29 и 31 устанавливать на резьбовой герметик KERRY "Синий".

3. Смазка опор
С138 или С167.

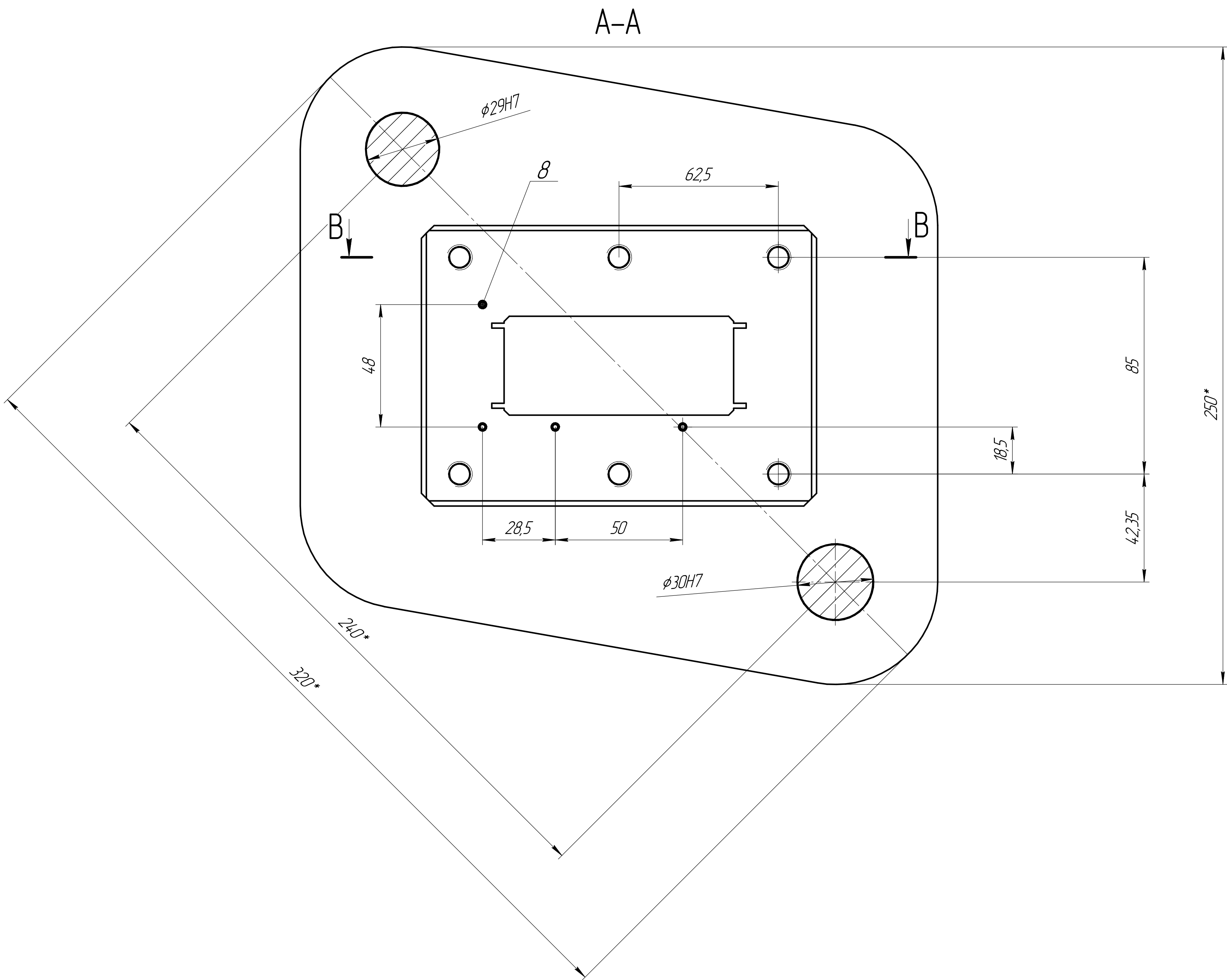
4. Допускаемый перекося составляет не более 2° .

5. Маркировать: ИШНПТ-8/171258.00.

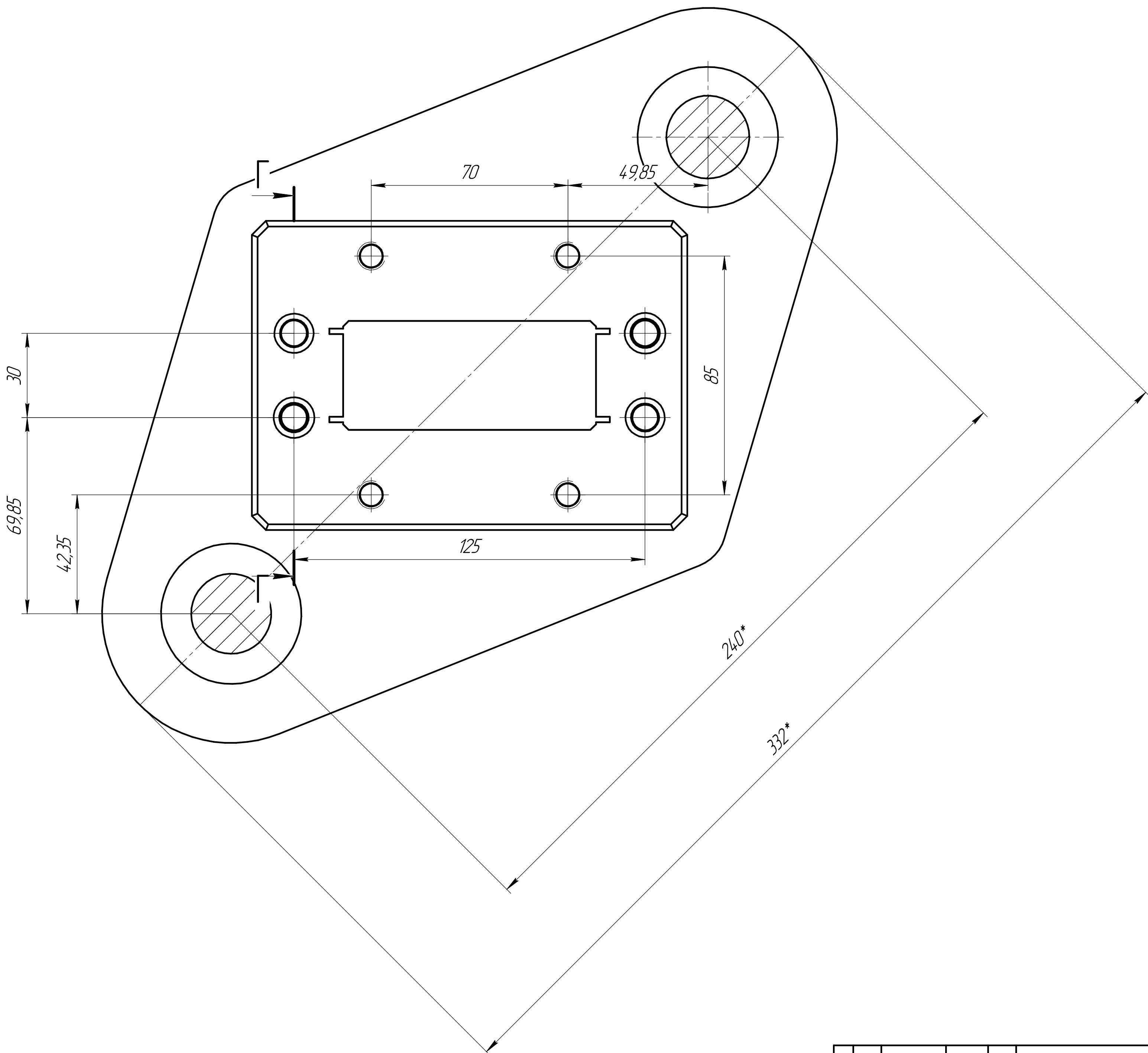
6. Допускаемый радиус режущих кромок не более 0,2 мм.

7. Неуказанные требования по ГОСТ 22472-87.

						ИШНПТ-8/171258.00.СБ									
						Штамп вырубной									
Изм/Лист		№ докум		Подп.	Дата							Лист	Масса	Масштаб	
Разработ		Монотайпа МС											46,92	1:1	
Проект		Кудышнов К.А.													
Уточн.						Лист	1	Листов	3						
Исполн.															
Упр															



Б-Б



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

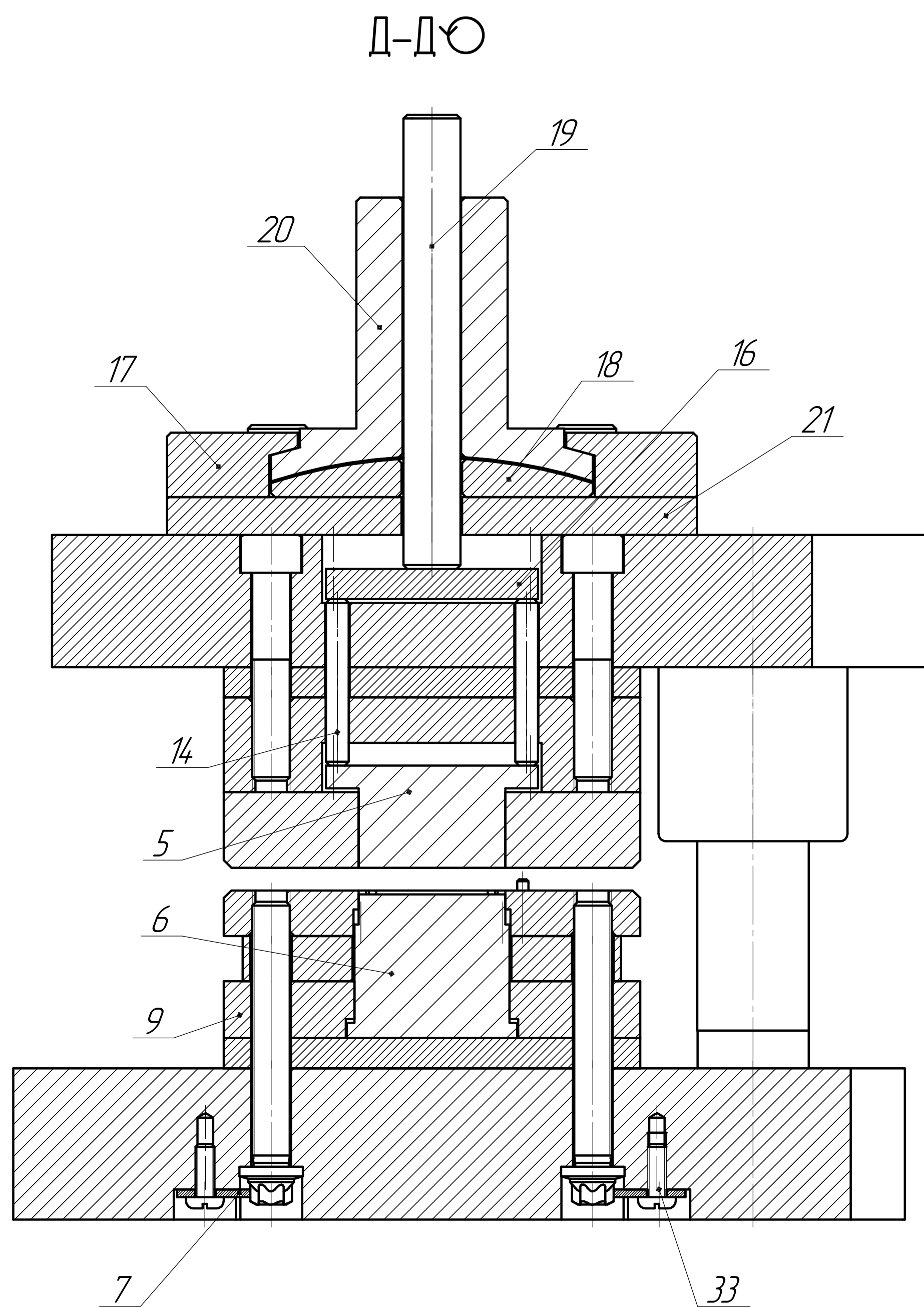
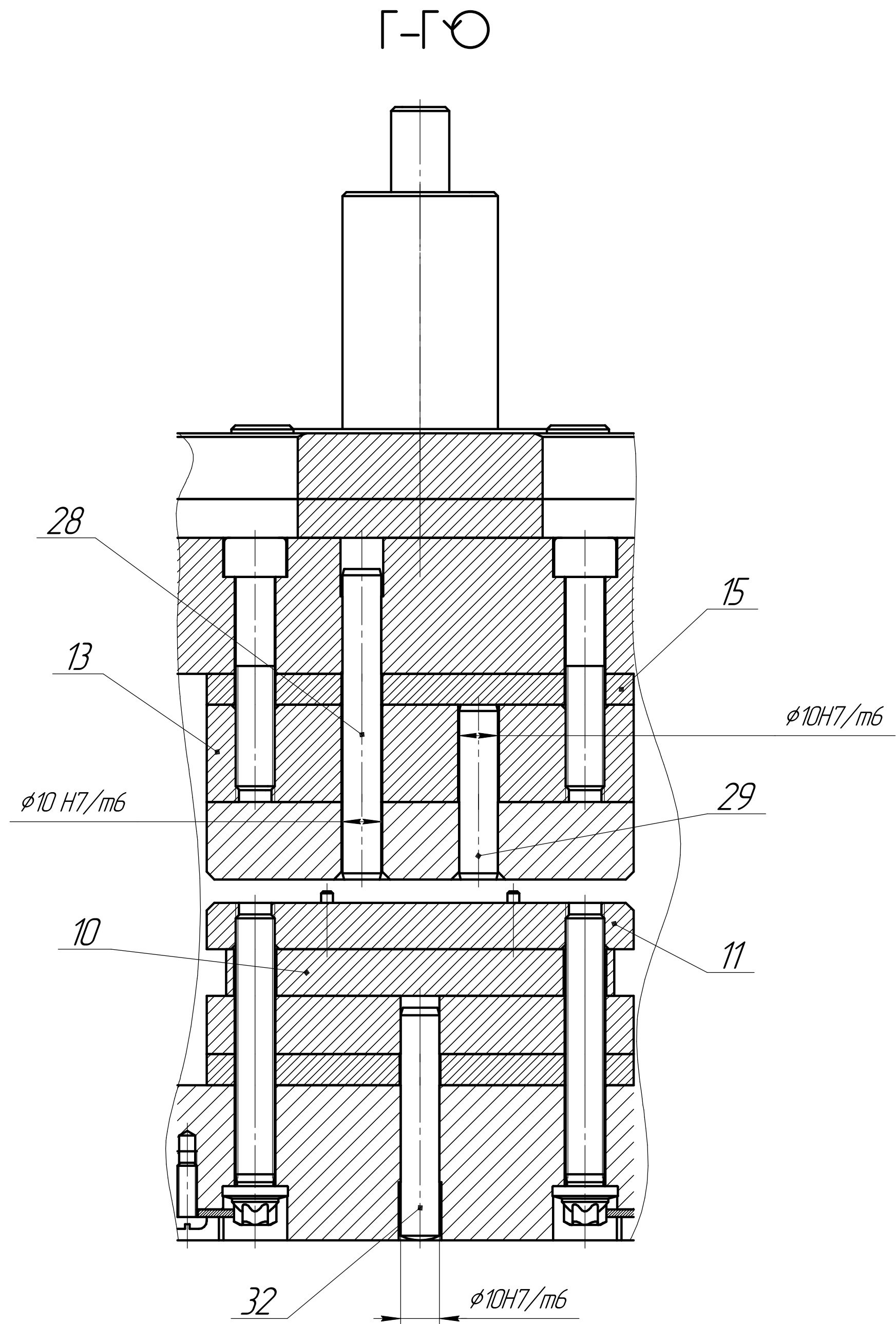
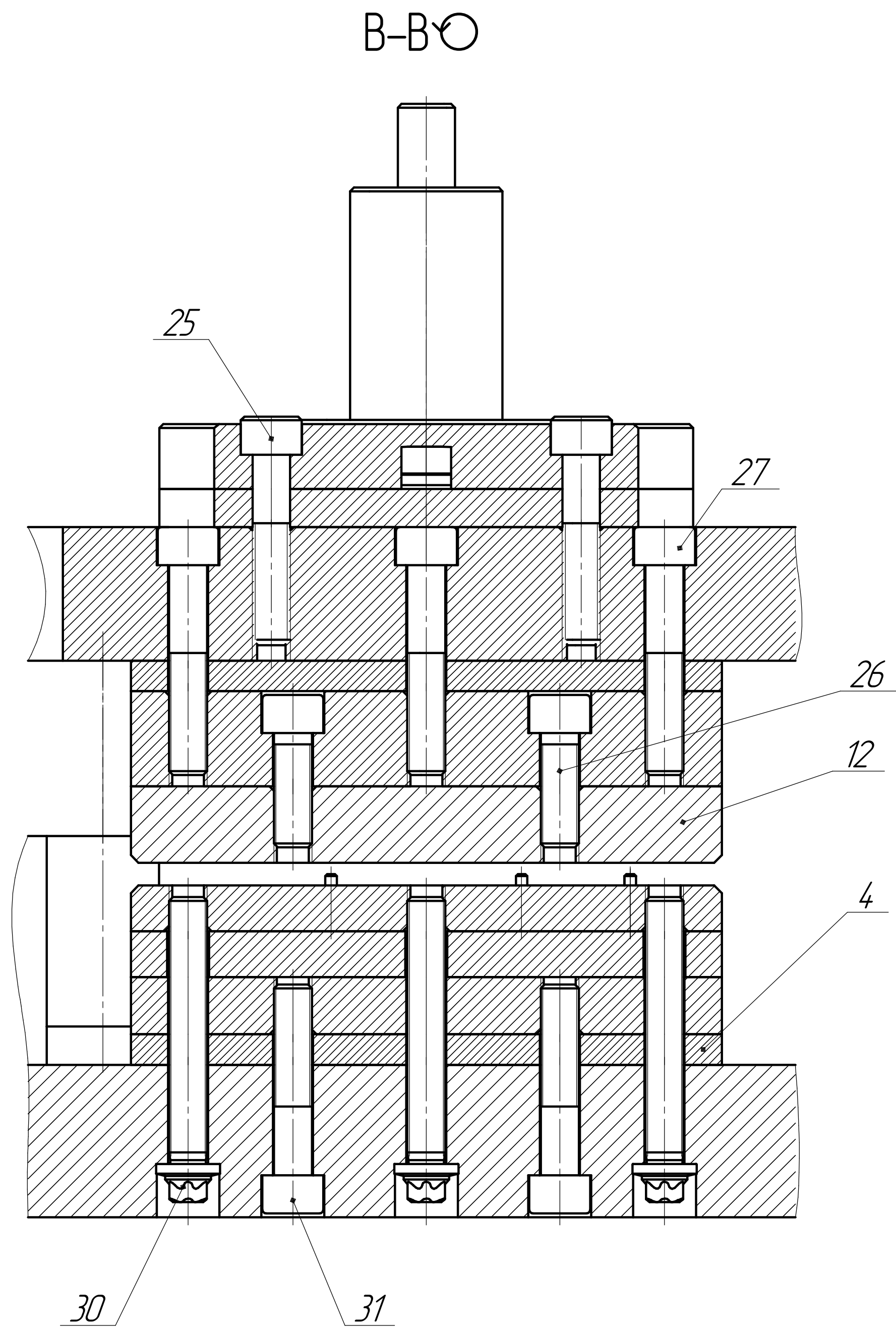
ИШНПТ-8/171258.00.СБ

Лист

2

Копирован

Формат А1



Приложение Г

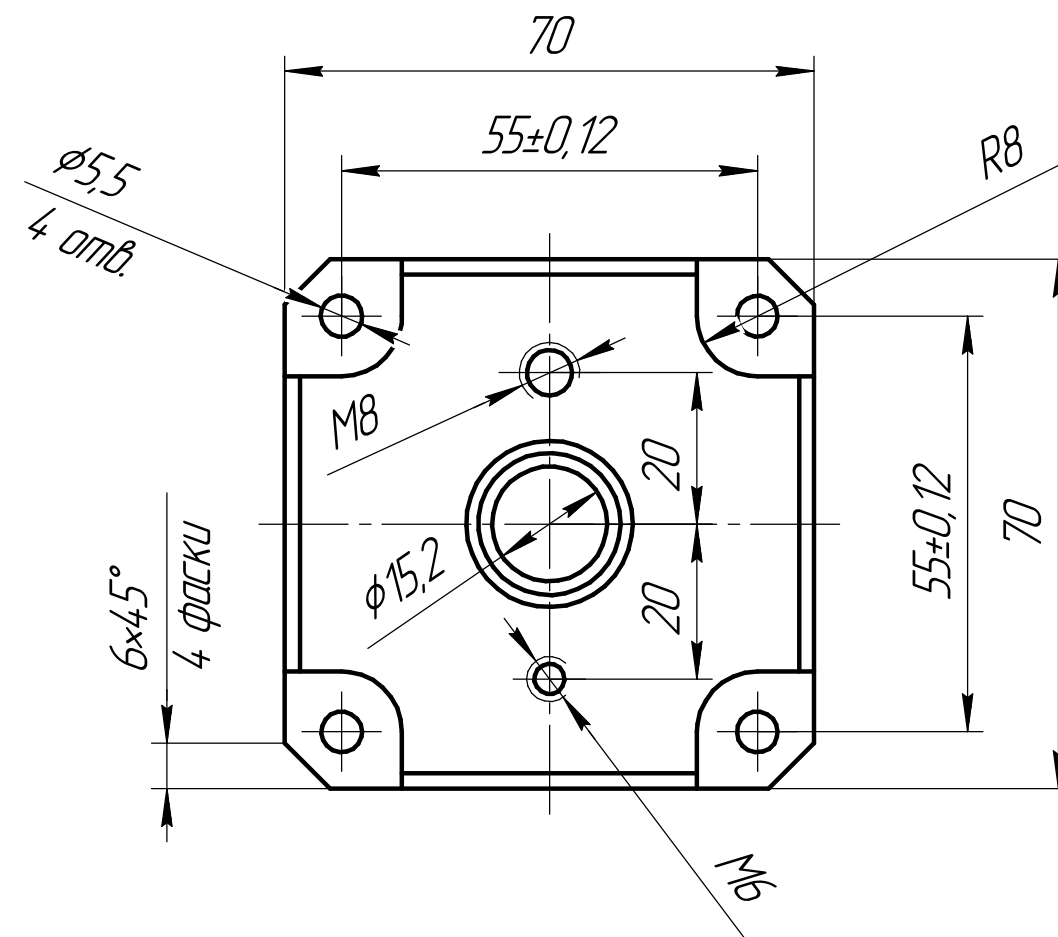
Спецификация к вырубному штампу

[illegible]

Формат А4

Приложение Д

Чертеж детали «крышка»



1 Общие допуски по ГОСТ 308993.1: H14, h14, ±IT14/2.
2 Резьба метрическая по СТН 153-93.

					ИШНПТ-8/171258.00.00.02				
					Крышка	Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1:1	
Разраб.									
Пров.									
Т.контр.						Лист	Листов	1	
Н.контр.					Сплав Д16Т ГОСТ 4784-97				
Утв.									

Приложение Е

Технологический процесс изготовления детали «крышка»

Чертеж детали
представлен
на листе.

Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

ОМ ИШНПТ

Карта технологического процесса

Материал

Код ед.
величины

Масса де-
тали, кг

Заготовка

Наименование, марка

Код и вид

Профиль
Размеры

Кол.

Масса,
кг

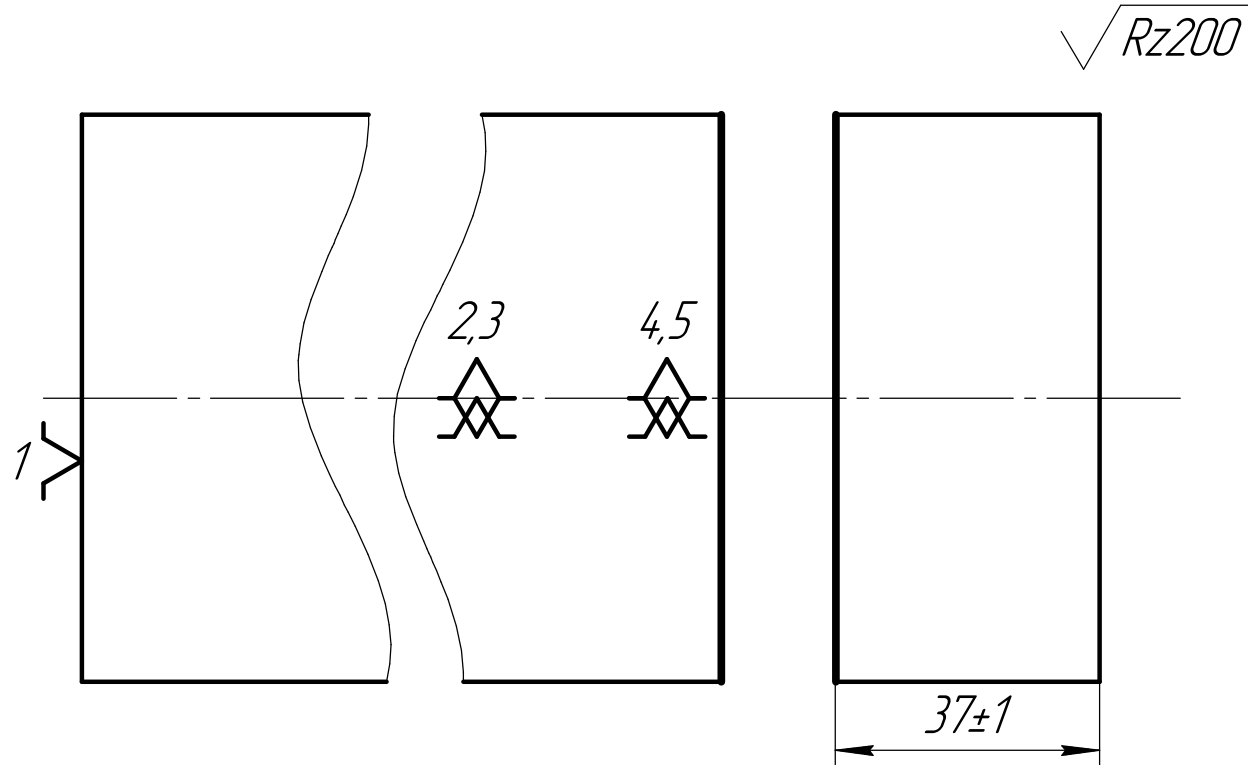
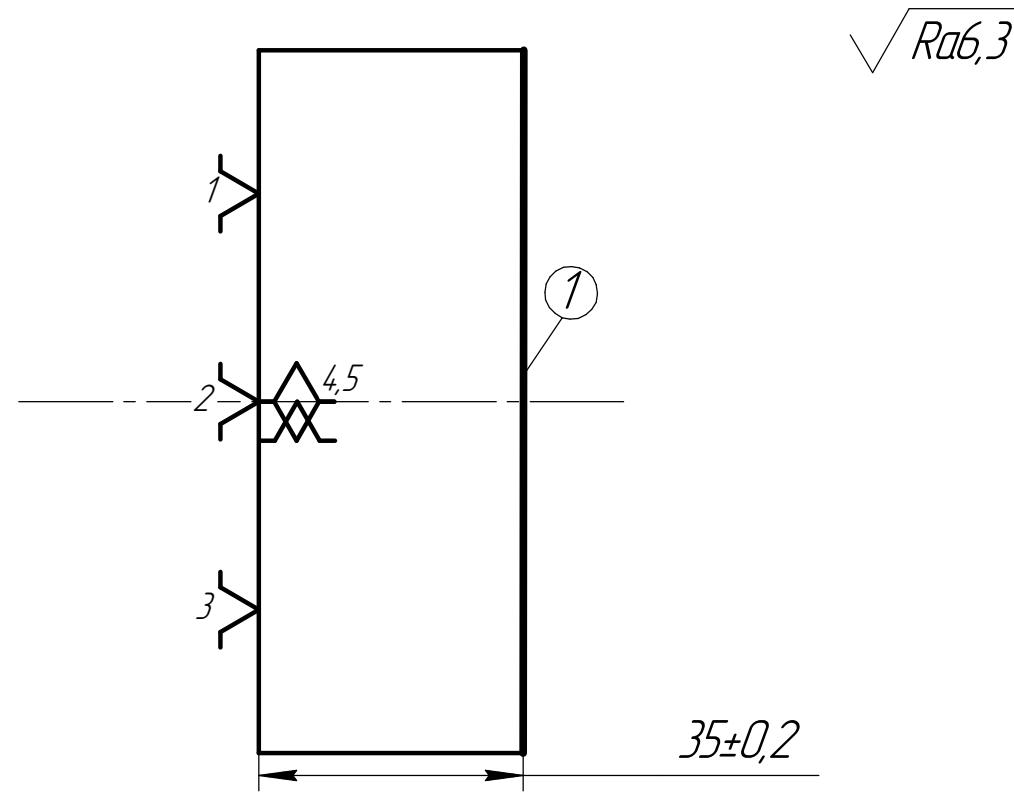
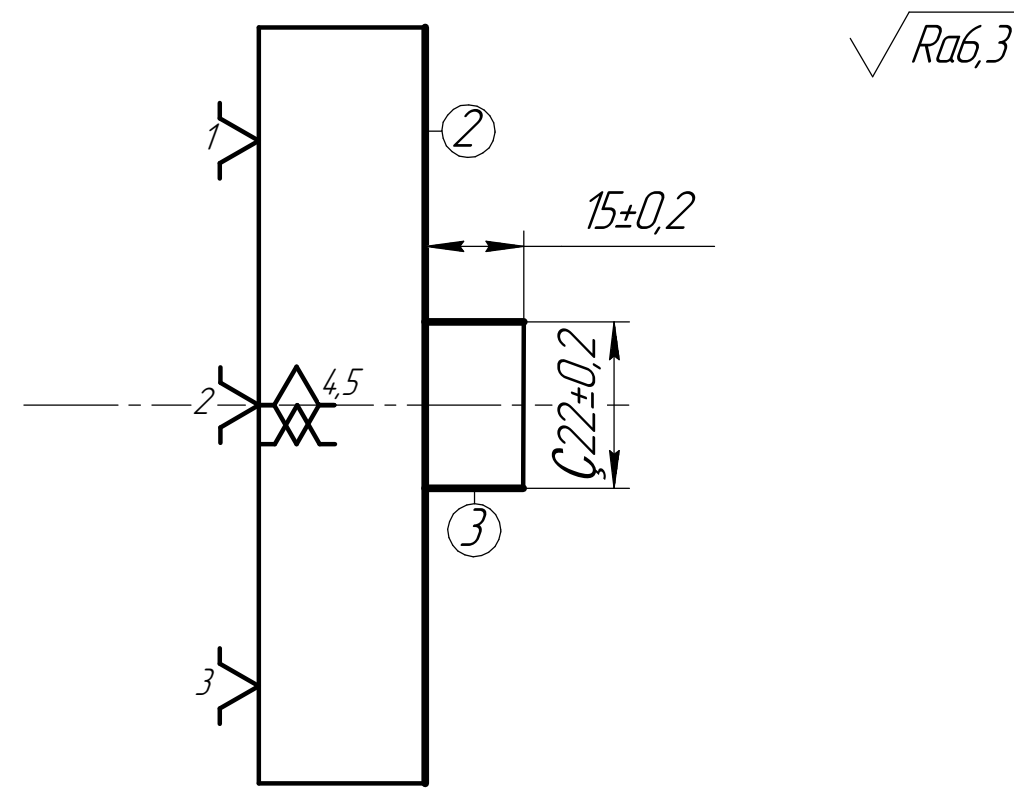
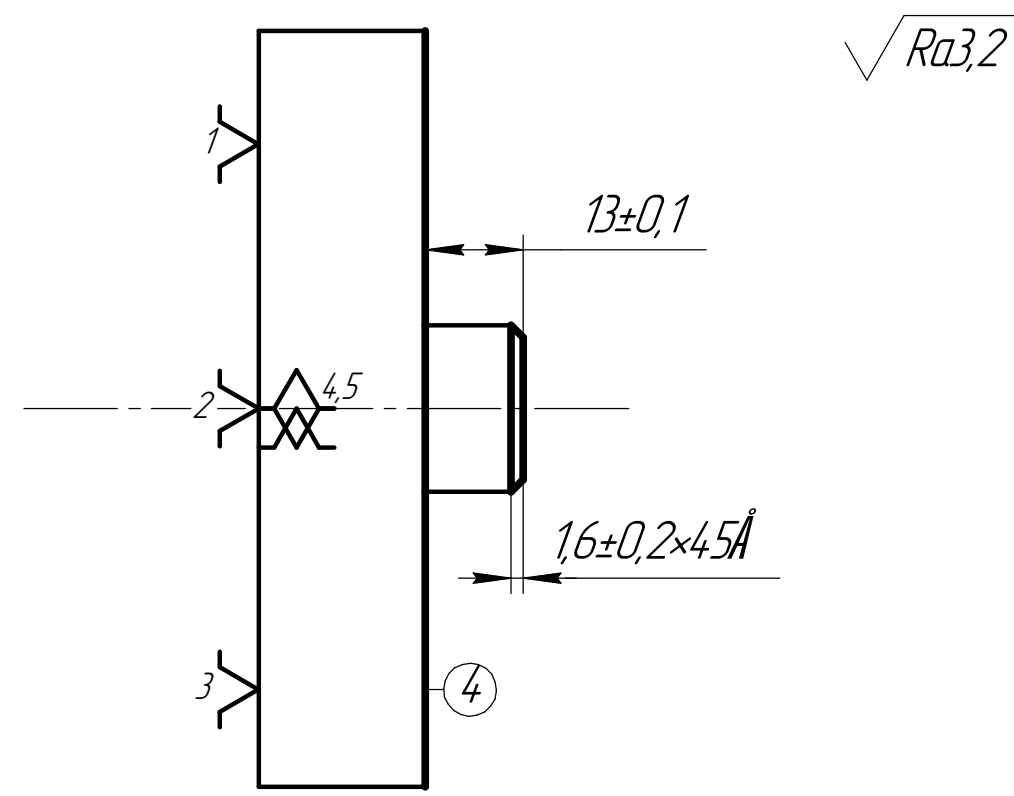
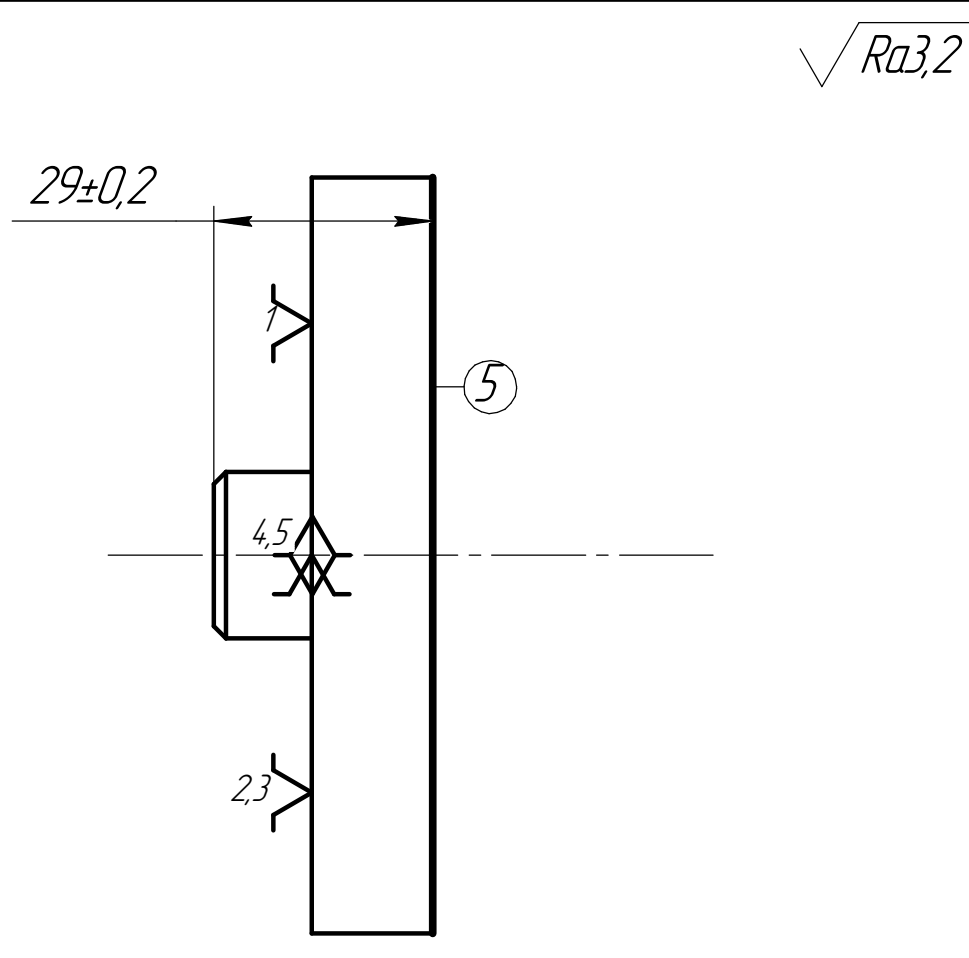
Сплав Д16Т
ГОСТ 4784-97

0,1

Профиль

100x50

14,000

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однофрем. обраб. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направ- лении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени								
операции	перехода					режущий	мерительный						Подача		Частота об/мин	ре- скорость зания, м/мин	T _о	T _{вс}	T _{пз}	T _{шт}	T _{шт.к}		
													мм/об	мм/мин									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
005	1	Заготовительная Выдвинуть прокат до упора и закрепить Отрезать заготовку, выдержав размер 37±1		Ленточный станок ЛСТ-349V	Тиски W55 W63301	М4,2 20x0,9x2362, 4/6ТPI		1	1	100	50				25								
010	1	Токарная Установить деталь Точить торец 1, выдерживая размер 35±0,2.			Поворотный станок с ЧПУ ФС65МФ3	С6-SCLCR-45065-12 CCGX 12 04 08-AL H10		1	2	100	3	1	0,25		5000	1570	1,58						
	2	Точить торец, выдерживая размеры 22±0,2 и 15±0,2				С6-SCLCR-45065-09, CCGX 09 T3 08-AL H10		1	13	22	15	3	0,25		5000	1520	10,66						
3	Точить поверхность 4, выдерживая размер 13±0,1 Снять фаску, выдерж. размер 1,6±0,2 и 4,5А						1	2	100	2	1	0,25		5000	346	7,22							
Б	1	Установить деталь Точить торец 5, выдерживая размер 29±0,2				С6-SCLCR-45065-09, CCGX 09 T3 08-AL H10		1	3	100	4	133	0,25		5000	1570	2,38						

Вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ ФС65МФ3

Поворотный стол ФС65МФ4

С6-SCLCR-45065-09, CCGX 09 T3 08-AL H10

Штангенциркуль ШЦ-1 0-125 0.05 ГОСТ 166-89

1

3

100

4

133

0,25

5000

1570

2,38

ИШНПТ-8/171258

Технологический
процесс

Лит. Масса Масштаб

1:1

Лист 1 Листов 5

НИ ТПУ ИШНПТ
Группа 4А7В

Копирован

Формат А1

ИШНПТ-8/171258

Перед. процен.

Страна, №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № подл.

Лист

Листов

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Не для коммерческого использования

КОМПАС-3D 12 Четыре версии © 2021 ООО "АИПН-Системы проектирования". Россия. Все права защищены.

[illegible]

